Aus der Universitätsklinik und Poliklinik

für Hals-, Nasen- und Ohrenkranke im Kopfklinikum Würzburg

Direktor: Professor Dr.med. W. K l e y

ÜBER DIE SUBJEKTIVE EMPFINDUNG DER HORIZONTALLAGE AUF DEM KARDANISCHEN LAGERUNGSTISCH

I n a u g u r a l - D i s s e r t a t i o n

verfaßt und der

Hohen Medizinischen Fakultät

der

Julius-Maximilians-Universität Würzburg

zur

Erlangung der medizinischen Doktorwürde

vorgelegt von

Adam Kaiser

aus Stettin

Würzburg, den 28. Oktober 1980

1981

Aus der Universitätsklinik und Poliklinik

für Hals-, Nasen- und Ohrenkranke im Kopfklinikum Würzburg

Direktor: Professor Dr.med. W. K l e y

ÜBER DIE SUBJEKTIVE EMPFINDUNG DER HORIZONTALLAGE AUF DEM KARDANISCHEN LAGERUNGSTISCH

I n a u g u r a l - D i s s e r t a t i o n

verfaßt und der

Hohen Medizinischen Fakultät

der

Julius-Maximilians-Universität Würzburg

zur

Erlangung der medizinischen Doktorwürde

vorgelegt von

Adam Kaiser

aus Stettin

Würzburg, den 28. Oktober 1980

Referent:	Professor Dr.med. C.F. Claussen
Korreferent:	Professor Dr.med. W. Kley
Dekan:	Professor Dr.med. K.-H. Wulf

Tag der mündlichen Prüfung: 5.2.1981

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität Würzburg

I N H A L T S V E R Z E I C H N I S

	Seite
I. EINLEITUNG	1
II. VERSUCHE	2
2.1. Patienten	2
2.2. Neurootologische Anamnese	2
2.3. Lagerungsversuch	3
2.4. Elektronystagmographische Untersuchungsmethoden	3
2.4.1. Spontannystagmus	5
2.4.2. Kalorische Vestibularisprüfung	6
2.4.3. Rotationsintensitätsdämpfungstest RIDT	7
2.5. Vestibulo-spinale Prüfung	8
III. ERGEBNISSE	10
3.1. Deskriptive Statistik	10
3.1.1. Kollektivgröße	10
3.1.2. Soziologische Struktur des Kollektivs	10
3.1.3. Weitere demoskopische Größen des Kollektivs	10
3.1.4. Anamnestisch ermittelte Erkrankungen und Daten	10
3.1.4.1. Medikamente und Genußmittel	11
3.1.4.2. Anamnestisch bekannte Erkrankungen	11
3.1.5. Schwindelbeschwerden	17
3.1.6. Andere anamnestisch bekannte Störungen	20
3.1.7. Ergebnisse der Tests	27
3.1.7.1. Lagerungstest	27
3.1.7.2. Kalorische Vestibularisprüfung	29
3.1.7.3. Rotatorischer Intensitätsdämpfungstest	34

Seite

3.1.7.4.	Spontannystagmus	39
3.1.7.5.	Vestibulo-spinale Prüfung	44
3.1.7.6.	Neurootologische Diagnosen	44
3.1.7.7.	Einzelkasuistik	50
3.2.	Korrelationsstatistik	54
3.2.1.	Allgemeiner Teil	54
3.2.2.	Ergebnisse der Korrelationstests	57
3.2.2.1.	Schwindelsymptome	57
3.2.2.2.	Angabe der Fallneigung	60
3.2.2.3.	Zeitlicher Abstand vom Schädeltrauma	60
3.2.2.4.	Neurologische Leiden	62
3.2.2.5.	Otologische Leiden	63
3.2.2.6.	Neurootologische Diagnosen	63
3.2.2.7.	Spontannystagmus	64
3.2.2.8.	Schmetterlingsmuster	66
3.2.2.9.	Rotatorischer Intensitätsdämpfungstest	66
3.2.2.10.	Craniocorporographie	67
3.2.3.	Zusammenfassung und Bewertung der Ergebnisse	69
IV.	DISKUSSION	70
4.1.	Orientierung im Vestibularsystem	70
4.2.	Weitere Raumorientierungssysteme des Menschen	75
4.3.	Äquilibriometrische Funktionsprüfungen zur objektiven und quantitativen Beschreibung der Raumerfassungsfähigkeit von Gesunden und Normalen	77
4.4.	Beziehungen zwischen dem Bogengangsystem und dem Otolithensystem	82
V.	ZUSAMMENFASSUNG	84
	LITERATURVERZEICHNIS	I-VII

I. EINLEITUNG

In unserem landläufigen Weltbild gehen wir wohl auch noch heute davon aus, daß unsere Welt eine Scheibe ist (geozentrisches Weltbild nach Aristoteles). Unter "Oben" und unser "Unten", unser "Rechts" und unser "Links" ordnen wir mittels eines orthogonalen Koordinatensystems im Sinne der Koordinaten von Deskartes einander zu. Die allgemeine Erfahrung scheint dafür zu sprechen, daß die von uns empfundene Horizontale auch goniometrisch horizontal ist. Entsprechendes wird in der industriellen Produktion bei der Fertigung von modernen Betten, Liegen etc. zur Anwendung gebracht.

Die folgende Arbeit hat sich zum Ziele gesetzt, mittels des Kardanischen Lagerungstisches die Lageposition auszumessen, die von den Probanden subjektiv als horizontal empfunden wird. Dabei enthält das Kollektiv über 500 unselektierte Patienten des Jahres 1975 der neurootologischen Abteilung der Universitäts-Hals-Nasen-Ohrenklinik Würzburg. In dieser Gruppe sind sowohl Patienten mit peripher-vestibulären Ausfällen als auch zentralen Überregbarkeitszuständen als auch Normalpersonen (im Rahmen von Tauglichkeitsuntersuchungen) enthalten. Die subjektiven Empfindungen im Zusammenhang mit der Gleichgewichtsfunktion werden genauso wie die objektiven äquilibriometrischen Meßdaten der Angabe der Horizontallage statistisch zugeordnet.

II. VERSUCHE

2.1. Patienten

Das Kollektiv der Probanden setzt sich aus 512 unselektierten Patienten des Jahres 1974 der neurootologischen Abteilung der Universitäts-Hals-Nasen-Ohrenklinik Würzburg zusammen. Es handelt sich hierbei um Probanden beiderlei Geschlechtes (302 männlich, 210 weiblich) und der Altersgruppen zwischen 7 und 81 Jahren.

2.2. Neurootologische Anamnese

Die neurootologische Anamnese wird mittels des speziellen neurootologischen Anamnesebogens aus dem System NODEC II erhoben. Dieser Bogen enthält Fragen nach der Art des Schwindels, Fragen nach den vegetativen Begleitreaktionen, den Ohrsymptomen, den Schwindeltriggermechanismen und den zeitlichen Beziehungen der Schwindelleiden.

Neben Fragen, die das Nervus Octavus System betreffen, werden auch gezielte Fragen zu Funktionsveränderungen im Bereich der übrigen Kopfnerven gestellt.

Schließlich wird in einer groben Einteilung nach den größeren, grundlegenden Krankheitsmechanismen geforscht.

Dieser vorprogrammierte Fragebogen gestattet im Gegensatz zur biographischen Anamnese reproduzierbare Fragen für alle Patienten in gleicher Weise. Durch die Vielzahl von Teilfragen ist es mit diesem Raster möglich, die unterschiedlichsten subjektiven Beschwerden danach individuell abzubilden.

2.3. Lagerungsversuch

Im Gegensatz zu den folgenden neurootologischen sensomotorischen Tests (das heißt Versuche, bei denen die Reaktion auf einen wohldefinierten Reiz objektiv gemessen werden kann) stellt der Lagerungsversuch eine psychophysische Prüfung dar (das heißt, die Reaktion kann nur mittels der subjektiven Angaben des Patienten beschrieben werden).

Der Kardanische Lagerungstisch besteht aus einem Stahlrahmengestell, dessen Querachse und Längsachse jeweils in Schnekkengetrieben mit Handkurbeln gelagert sind. Auf diese Weise kann der auf der Lagepritsche angeschnallte Patient in jede gewünschte Stellung zu den Raumkoordinaten gebracht werden.

Für die vorliegende Arbeit wird der Patient auf den senkrechten Lagerungstisch aufgestellt, wie dies bei Röntgentischen üblich ist. Sodann wird durch langsames Rückkurbeln der Tischplatte auf der der Patient mit Sicherheitsgurten aufgeschnallt ist, der Punkt gesucht, den der Patient als horizontal empfindet. Durch leichtes Über- und Unterschreiten dieses Punktes wird seine Lage überprüft. Die visuelle Raumkontrolle ist durch Schließen der Augen und Abdunkeln des Raumes ausgeschaltet. Der Lagerungswinkel, in dem der Patient horizontal zu liegen angibt, wird an dem Winkelmesser über dem seitlichen Kurbelgewinde abgelesen und in das Untersuchungsprotokoll übertragen.

2.4. Elektronystagmographische Untersuchungsmethoden

Die im folgenden beschriebenen neurootologischen sensometrischen Verfahren beruhen auf der Registrierung typischer Augenbulbus- beziehungsweise Kopfkörperbewegungsreaktionen. Die Augenbulbusreaktionen werden mit Hilfe der Elektronystagmo-

graphie in zwei Ebenen aufgezeichnet.

Infolge seiner bioelektrischen Aktivitäten baut sich am Auge zwischen Retina (negativer Pol) und Kornea (positiver Pol) ein Potentialgefälle auf. Bei Bewegungen der Augenbulbi verändert sich das so aufgebaute elektrische Feld relativ zu den um das Auge angeordneten ableitenden Elektroden. Die Veränderung erscheint nun nach einer geeigneten Verstärkung auf einem Potentiometer als eine Potentialschwankung oder nach Passieren eines elektromechanischen Wandlers als Ausschlag auf dem Papierstreifen.

Die Schaltung der Elektroden erfolgt nach der internationalen Anordnung: Ein horizontales Elektrodenpaar wird an den äußeren Augenwinkeln, ein vertikales Paar über bzw. unter dem linken Auge angeordnet. Zusätzlich wird die von CLAUSSEN eingeführte Kontrollschaltung zur Beurteilung eines dissoziierten Nystagmus verwendet.

Bei den Elektroden handelt es sich um blanke Silberbolzenelektroden, die mit Elektrodenpaste fixiert werden. Die abführenden Kabel sind, um den Einfluß störender elektrischer Felder zu reduzieren, abgeschirmt.

Der Verstärker weist eine Zeitkonstante von 1 Sekunde auf, man arbeitet mit einem Filter von 15 Hz. Die Papierlaufgeschwindigkeit beträgt 10 mm/sek. Als Eichung dient ein 200 Microvoltimpuls, der einen Ausschlag von 10 mm auf unserer Schreibung bewirkt. Dies entspricht etwa einer Augenabweichung von 10° bei binokulärer und 5° bei monokulärer Signalaufzeichnung. Die Eichung der Augenabweichwinkel erfolgt dynamisch mit einem um $\pm$ 20° schwingenden Blickfolgependel.

2.4.1. Spontannystagmus

Der Spontannystagmus ist ein Nystagmus, der in Ruhe, also ohne Einwirkung äußerer Reize, auftritt. Bei Vereinheitlichung der hemmenden und fördernden Einflüsse, wie etwa Belichtung und Blickstellung der Augen, Lage und Bewegung des Körpers, Stellung des Halses, spiegelt der Spontannystagmus die Instabilität des Nystagmusgenerators wieder. Er wird auf dem Kardanischen Tisch bei einer Anhebung von 30° über die Horizontale und geschlossenen Augen mittels elektronystagmographischer Methoden aufgezeichnet. So wird der Forderung nach standardisierten Bedingungen Genüge getan. Es wird ein Zeitraum von 60 Sekunden aufgezeichnet und ein Intervall von 30 Sekunden ausgewertet. Die Schlagzahl wird als eine Kennlinie in das Schmetterlingschema nach CLAUSSEN eingezeichnet. Über ein algebraisches Code-System ist es möglich, eine Vielzahl von Schmetterlingsmustern miteinander zu vergleichen. Dieser Code ist trinär angelegt. Die Klassifizierung der Reaktion geschieht nach folgendem Muster:
Die erste und dritte Ziffer einer vierstelligen Kennzahl charakterisiert den linksgerichteten Nystagmus. Eine Null als erste Ziffer bedeutet, daß kein linksgerichteter Nystagmus nachweisbar ist. Die dritte Ziffer ist dann unwesentlich. Eine "3" an erster Stelle bedeutet, daß ein Spontannystagmus nach links nachgewiesen wurde. Die dritte Ziffer macht eine Aussage über die Frequenz des Spontannystagmus: Liegt sie unter dem Intervall von 20 - 60 Schlägen/30 Sekunden, so wird sie durch eine "1" gekennzeichnet, liegt sie im erwähnten Intervall, so wird ihr eine "0" zugeordnet, liegt sie über dem Intervall, dann codiert man sie mit einer "2". Dieser Schlüssel ist trinär, denn er verwendet die drei Ziffern "0", "1", "2".
Der rechtsgerichtete Spontannystagmus wird durch die zweite und vierte Ziffer gekennzeichnet. Bei seinem Vorliegen notiert

man aber zum Unterschied eine "4". Die Codierung der Frequenz geschieht genauso wie beim linksgerichteten Nystagmus.

2.4.2. Kalorische Vestibularisprüfung

Als kalorischer Stimulus wird eine Spülung mit 20 ml Wasser von 30° C bzw. 44° C verwendet. Das Wasser wird innerhalb von 30 Sekunden mittels eines Spülkatheters in den äußeren Gehörgang appliziert. Das herauslaufende Wasser wird in einem vorher fixierten Plastiksäckchen aufgefangen. Der Abstand von Stimulus zu Stimulus beträgt zwischen 6 - 8 Minuten. Der Patient liegt auf dem Kardanischen Tisch, der ebenfalls 30° gegen die Horizontale geneigt ist, so daß sich der laterale Bogengang in der Senkrechten befindet.

Die Registrierung der Nystagmusreaktion geschieht mittels der Elektronystagmographie. Ausgewertet wird die Zahl der Schläge in einem zeitlichen Intervall von 30 Sekunden während der Kumulationsphase (CLAUSSEN). Die Schlagratenzahl wird als Kennlinie in das synoptische Schmetterlingsschema nach CLAUSSEN eingetragen. Dabei ergeben sich folgende drei Möglichkeiten, die wiederum mittels eines trinären Codes algebraisch beschrieben werden können: Die Kennlinie liegt in der Norm von 20 - 60 Nystagmen/30 Sekunden und wird mit einer "0" codiert, sie liegt darunter und erhält die Codeziffer "1", oder aber sie liegt über der genannten Norm und wird mit einer "2" gekennzeichnet.

Die Stelle der die Reaktionsdynamik codierenden Ziffer macht eine Aussage über die Art der Spülung und die Seite des gereizten Organs. Die erste Stelle bezieht sich auf Warmspülung des rechten Ohres, die zweite Stelle auf die Kaltspülung desselben Ohres, die dritte Stelle auf eine Warmspülung des linken Organs, die vierte Stelle auf die Kaltspülung ebenfalls des linken Ohres. Auf diese Weise ergibt sich eine vierstelli-

ge Trinärcodierung aller möglichen Reaktionen.

2.4.3. Rotationsintensitätsdämpfungstest RIDT

Der Rotationsintensitätsdämpfungstest arbeitet als eine Drehprüfung im Gegensatz zur kalorischen Vestibularisprüfung mit einer simultanen Reizung beider Rezeptororgane.

Der Patient sitzt auf einem Drehbeschleuniger. Sein Kopf ist um 30° anteflektiert (optimale Ausrichtung des lateralen Bogenganges). Die Registrierung des vestibulo-bulbären Reizantwortsignals erfolgt mittels elektronystagmographischer Methoden.

Der ausgelöste perrotatorische Nystagmus zeigt in Richtung der Drehung, der postrotatorische Nystagmus ist der Drehung entgegengesetzt.

Der perrotatorische Stimulus besteht in einer linearen Drehbeschleunigung von 3,0 Grad/sec^2. Die Reaktionsdynamik wird durch die maximale Nystagmusschlagrate des Perrotatorius I während eines Intervalls von 30 Sekunden in der Kumulationsphase bewertet. Sie sollte innerhalb der Normgrenzen von 25 bis 60 Schlägen pro 30 Sekunden während des Kumulationsbereichs liegen.

Nachdem der Patient während des perrotatorischen Testes auf 90 Grad pro Sekunde angedreht worden ist, wird diese Geschwindigkeit mindestens 3 Minuten konstant gehalten, dann wird der Drehstuhl abrupt binnen 1/3 Sekunde abgebremst. Der Entschleunigungsimpuls beträgt etwa 270 Grad/Sekunde und liegt über der oberen Beschleunigungsdiskriminationsgrenze. Die nun aufspringende und abklingende Nystagmusreaktion sollte im folgenden Normfeld der Summenschlagrate liegen.

Nach 5 Sekunden 7 bis 19 Schläge, nach 10 Sekunden 14 bis 32 Schläge, nach 15 Sekunden 19 bis 46 Schläge, nach 20 Sekunden 30 bis 58 Schläge, nach 25 Sekunden 29 bis 70 Schläge, nach 30 Sekunden 34 bis 80 Nystagmen Schlagratensumme ab Stopimpuls. Dieses Verfahren stellt eine lineare Optimierung zum Zwecke des Reaktionsvergleichs dar.

Es sind nun drei Verhalten möglich: Die Kennlinie liegt im L-Schema des RIDT innerhalb der Norm und wird mit "0" codiert, sie liegt darunter und erhält eine "1" als Codeziffer, oder sie liegt über der Norm und erhält eine "2". Die erste Stelle der vierstelligen Codezahl kennzeichnet den rechtsgerichteten Perrotatorius, die zweite Stelle den links gerichteten, die dritte Stelle den links gerichteten Postrotatorius, die vierte den rechts gerichteten.

2.5. Vestibulo-spinale Prüfung

Es wird der vollständige Unterberger'sche Versuch mit 80 Schritten binnen 7 Minuten durchgeführt. Eine Blende, die ein visuelles Orientieren im Raum verhindert, bedeckt die Augen des Patienten. Auf dem Kopf trägt er einen mit leuchtenden Glühbirnen ausgestatteten Helm. Der Versuch wird in Dunkelheit unter einer Polaroidkamera durchgeführt. Der Verschluß der Kamera ist geöffnet, auf diese Weise wird auf dem Film eine Leuchtspur des Körperbewegungsmusters aufgezeichnet. Das Körperbewegungsmuster wird nach folgendem Schema in eine vierstellige Codezahl verschlüsselt: An erster Stelle steht eine "2", falls der Patient einen Kreis von einem Meter überschreitet, eine "1", falls er sich rückwärts bewegt und eine "0", falls er den Kreis nicht verläßt. Die zweite Stelle qualifiziert den Abweichwinkel. Wird ein Winkel von 45^{o} nach rechts gegen die Sagittalebene durchbrochen, so wird mit "1" codiert, bei einem Winkel von mehr als 40^{o} nach links codiert

man mit "2". Liegt das Bewegungsmuster dazwischen, wird mit einer "0" gekennzeichnet. Die dritte Stelle der Codezahl bezieht sich auf den inneren Spin des Patienten. Eine Drehung von mehr als 90^{o} um die eigene Achse nach rechts bedeutet eine "1", dieselbe Drehung nach links bedeutet eine "2". Alle Drehungen dazwischen erhalten eine "0". Die Ziffer der vierten Stelle kennzeichnet die Breite der Lateralschwankung des Körperbewegungsmusters. Beträgt die Lateralschwankung mehr als 20 cm, wird dies mit einer "1" aufgezeichnet, liegt sie darunter, nimmt man eine "0".

Die Codierung der sich ergebenden Ergebnisse der neurootologisch-sensorischen Tests bringt zwar eine Vergröberung mit sich, ermöglicht andererseits deren statistische Erfassung und Korrelierung.

III. ERGEBNISSE

3.1. Deskriptive Statistik

3.1.1. Kollektivgröße

Das Kollektiv wird aus 512 Patienten des Jahres 1975 der otoneurologischen Abteilung an der Universitäts-Hals-Nasen-Ohrenklinik Würzburg gebildet. Sie wurden unselektiert in die vorliegende Untersuchung einbezogen.

3.1.2. Soziologische Struktur des Kollektivs

Die Patienten des Untersuchungskollektivs stammen vorwiegend aus einer kleinstädtisch-ländlichen Bevölkerungsschicht der mainfränkischen Region.

3.1.3. Weitere demoskopische Größen des Kollektivs

Das Gesamtkollektiv setzt sich aus 302 Männern, das sind 58.98 % und 210 Frauen, das sind 41.02 %, zusammen. Das mittlere Alter liegt bei 42.12 Jahren mit einer einfachen Standardabweichung von $\pm$ 15.03 Jahren. Das mittlere Gewicht der Frauen beträgt 64.07 kg bei einer Standardabweichung von 11.43 kg. Bei den Männern liegt das mittlere Gewicht bei 76.67 kg, die Standardabweichung ist 13.53 kg. Im Mittel sind die Frauen 163.27 cm groß. Die Standardabweichung beträgt 6.97 cm. Die mittlere Größe der Männer beträgt 173.43 cm, die Standardabweichung 8.17 cm.

3.1.4. Anamnestisch ermittelte Erkrankungen und Daten

3.1.4.1. Medikamente und Genußmittel

Folgende Medikamente oder Genußmittel wurden laut Angaben der Patienten regelmäßig oder in größeren Mengen eingenommen:
Nikotin (23.05 %), Coffein (18.36 %), Sedativa (15.04 %), Alkohol (12.5 %), Kontrazeptiva (6.84 %), Salicylate (5.08 %), Barbiturate (3.71 %) und Streptomycin (2.93 %).

3.1.4.2. Anamnestisch bekannte Erkrankungen

Es gaben 3.9 % der Patienten an, an Diabetes mellitus erkrankt zu sein, 3.52 % gaben ein Nierenleiden an.

Da den folgenden Erkrankungen aus otoneurologischer Sicht eine größere Relevanz zukommt, wurden sie genauer aufgeschlüsselt.

Kreislaufleiden gaben 50.79 % der Patienten des Gesamtkollektivs an. Diese wurden aufgefächert in 31.64 % des Gesamtkollektivs mit Hypotonie, 10.16 % mit Hypertonie. 7.62 % leiden unter einer Herzinsuffizienz. Vor mehr als einem Jahr haben 0.78 % einen Herzinfarkt erlitten, innerhalb eines Jahres 0.2 %.

Mit 40.43 % wurden als nächstes Schädeltraumata angegeben. Gegliedert nach dem Abstand zum Ereignis ergibt sich folgendes Bild: Vor mehr als 10 Jahren geschah der Vorfall bei 15.04 %, vor 3 - 5 Jahren bei 7.42 %, vor 6 - 10 Jahren bei 5.86 %. Bei 5.27 % lag das Trauma vor Monaten, bei 5.08 % in einem Intervall von 1 - 2 Jahren, bei nur 0.98 % vor Wochen und vor Tagen bei 0.78 %.

ALTERSVERTEILUNG DES GESAMTKOLLEKTIVS

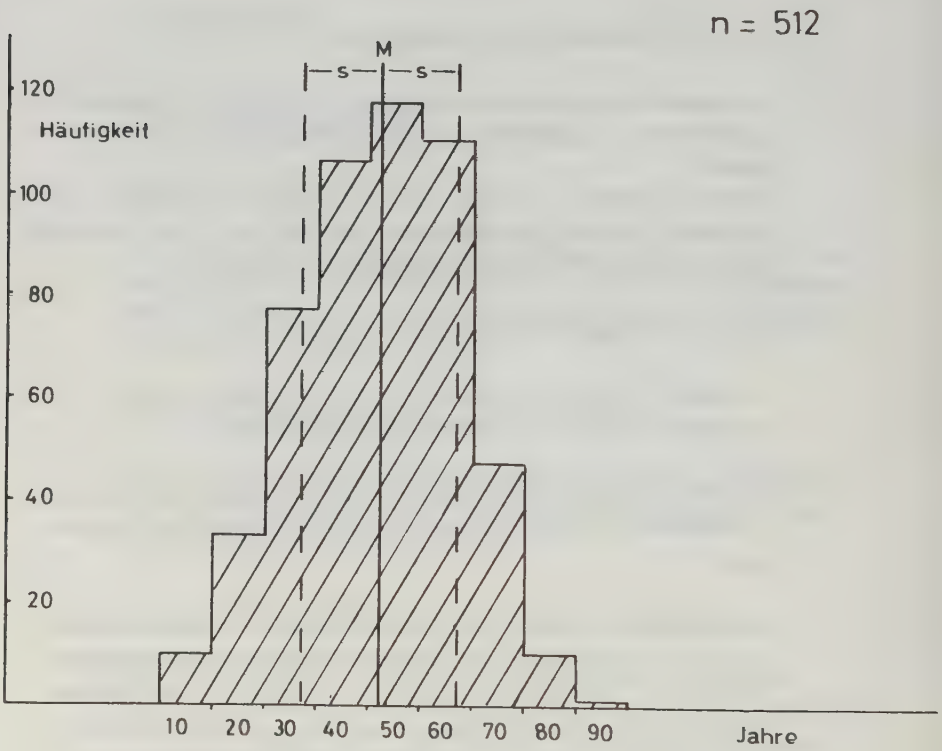

Abb. 1

MEDIKAMENTE UND GENUßMITTEL

n = 512

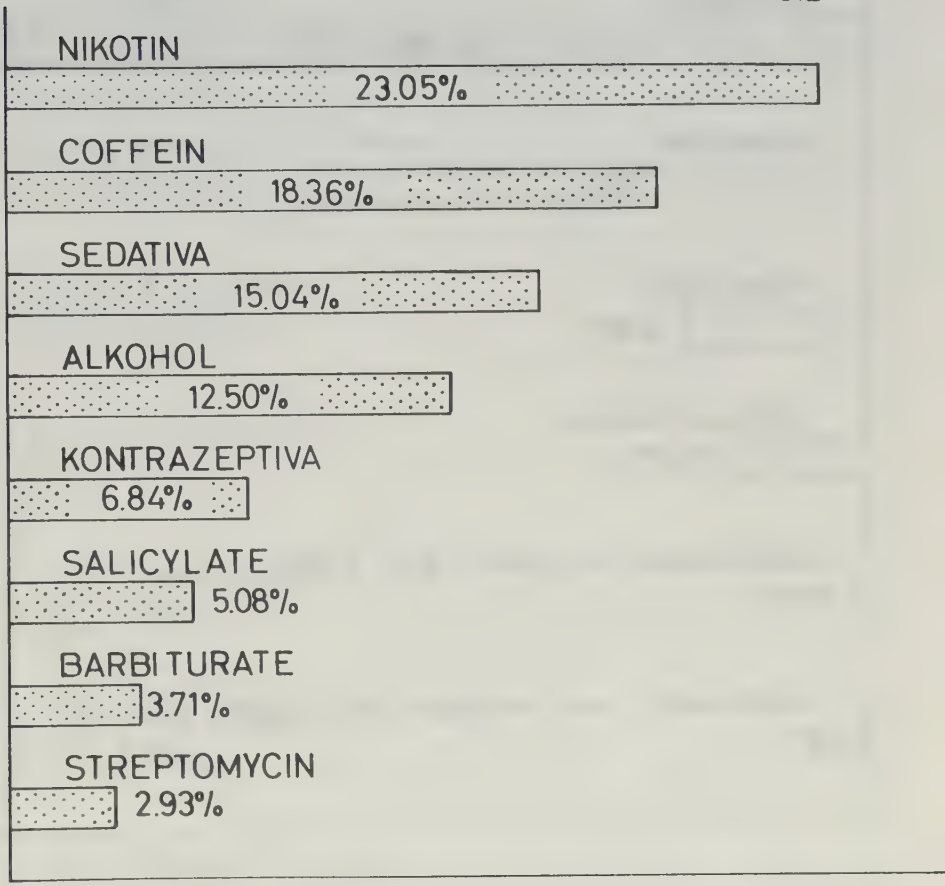

Abb. 2

KREISLAUFLEIDEN

n = 512

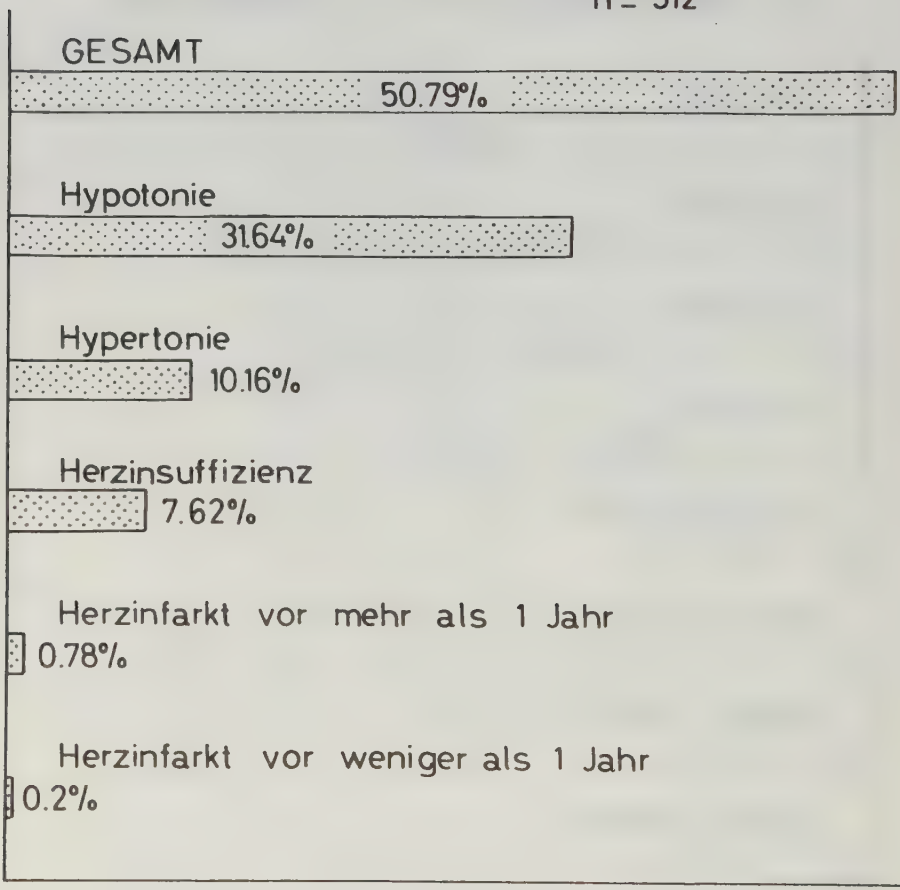

Abb. 3

SCHÄDELTRAUMA

n= 512

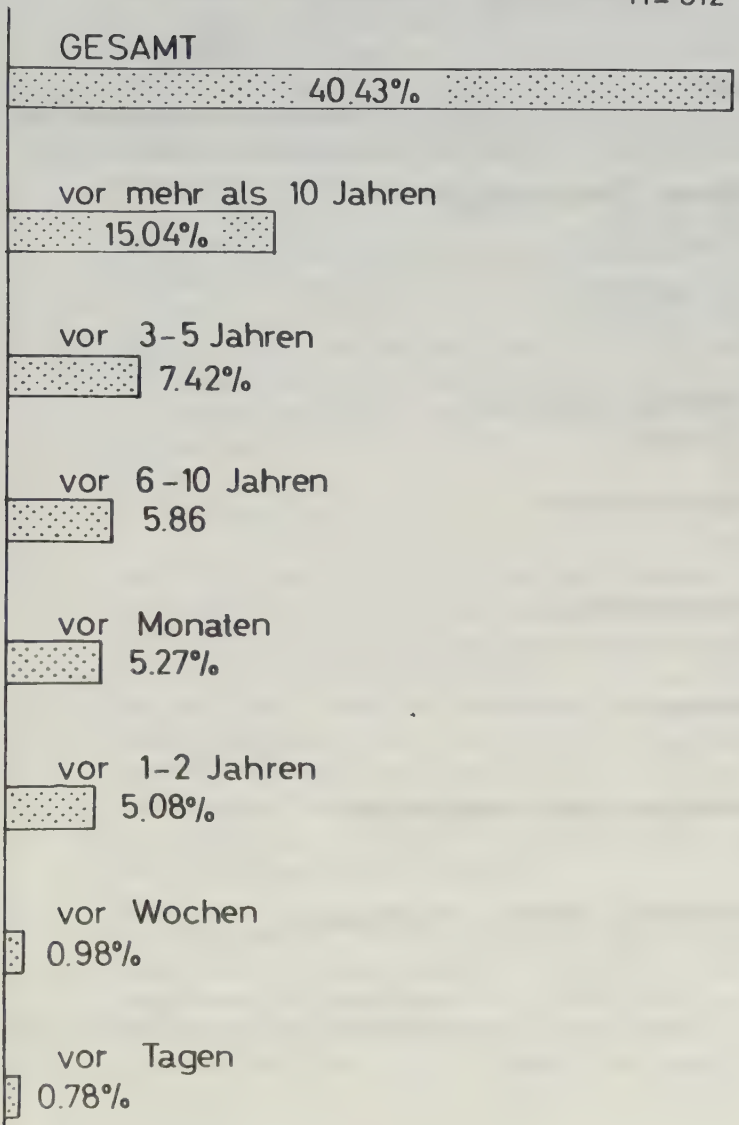

Abb. 4

OTOLOGISCHE LEIDEN

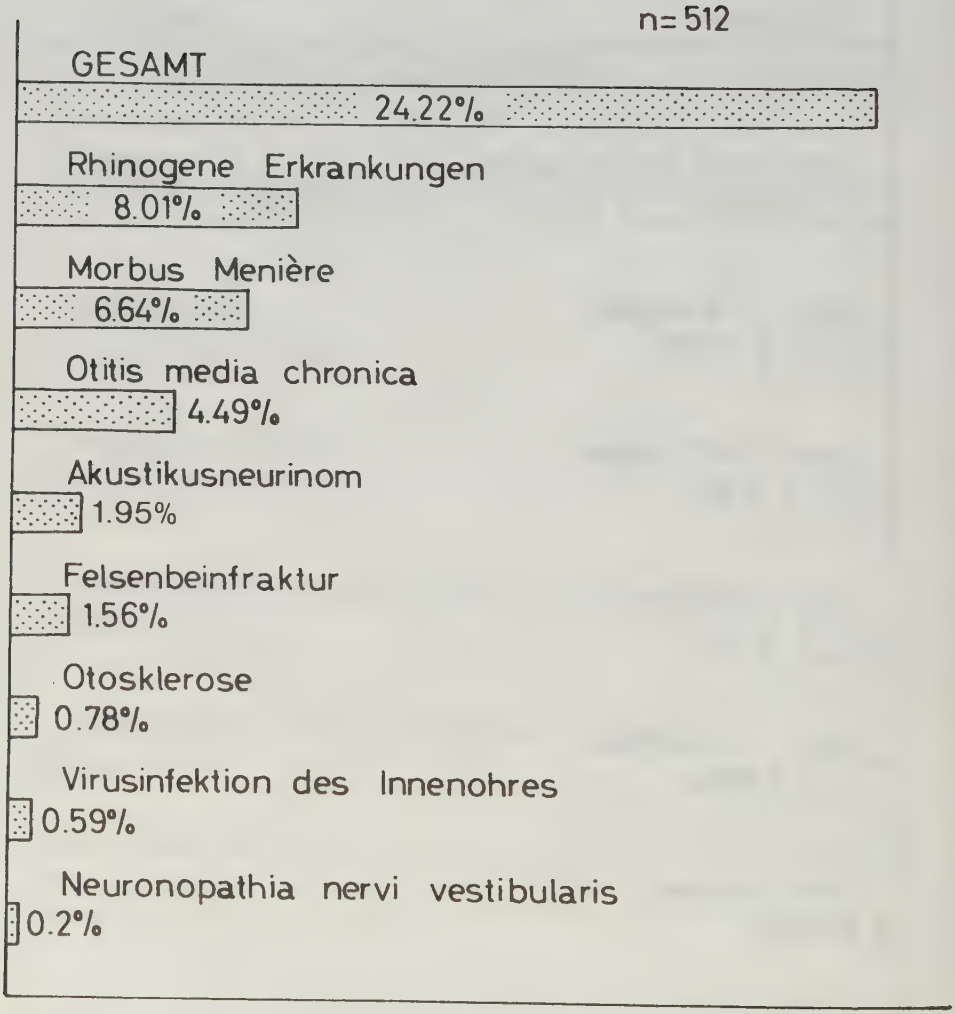

Abb. 5

Zur folgenden Gruppe gehören Patienten, die otologische Leiden angegeben haben. Es sind 24.22 % des Gesamtkollektivs. Sie setzen sich zusammen aus rhinogenen Erkrankungen (8.01 %), Morbus Meniere (6.64 %), Otitis media chronica (4.49 %), Neurinom des Nervus acustikus (1.95 %), Felsenbeinfrakturen (1.56 %), Virusinfektionen des Innenohres (0.59 %), Neuropathia nervi vestibularis (0.2 %).

Mit 16.22 % wurden neurologische Erkrankungen angegeben. Im Diagramm wurden sie aufgegliedert in Schädelbasisfrakturen (6.05 %), multiple Sklerosen (2.93 %), Akustikustumoren (1.95 %), Stenose der art. basilaris (1.37 %), Stenose der art. vertebralis (1.17 %), sonstige Tumoren (0.98 %), Tumoren der hinteren Schädelgrube (0.59 %), Syringobulbi (0.58 %), Hydrozephalus (0.2 %).

3.1.5. Schwindelbeschwerden

Das von Laien weithin unpräzise gebrauchte subjektive Symptom des Schwindels wird in der otoneurologischen Anamnese genauer gefaßt und unterteilt in das Gefühl der Unsicherheit, das von 42.97 % der Patienten angegeben wurde, den Drehschwindel, über den 40.04 % klagen, den Schwankschwindel, von 39.45 % angekreuzt, das Schwarz-werden-vor-den-Augen, bei 24.80 %, und das Liftgefühl, unter dem 8.98 % leiden. Aus den Angaben geht hervor, daß die meisten Patienten angaben, unter mehreren Formen des Schwindels zu leiden. In der Regel werden zwei bis drei Symptome pro Patient angegeben.

Im Zusammenhang mit der Fragestellung der Arbeit, scheint das Symptom der Fallneigung besonders Beachtung zu verdienen. Insgesamt wurde eine Fallneigung bei 23.44 % anamnestisch festgehalten. Eine genauere Fragestellung ergibt 8.98 % mit Fallneigung nach links, 7.42 % mit Fallneigung nach rechts, bei

NEUROLOGISCHE LEIDEN

n = 512

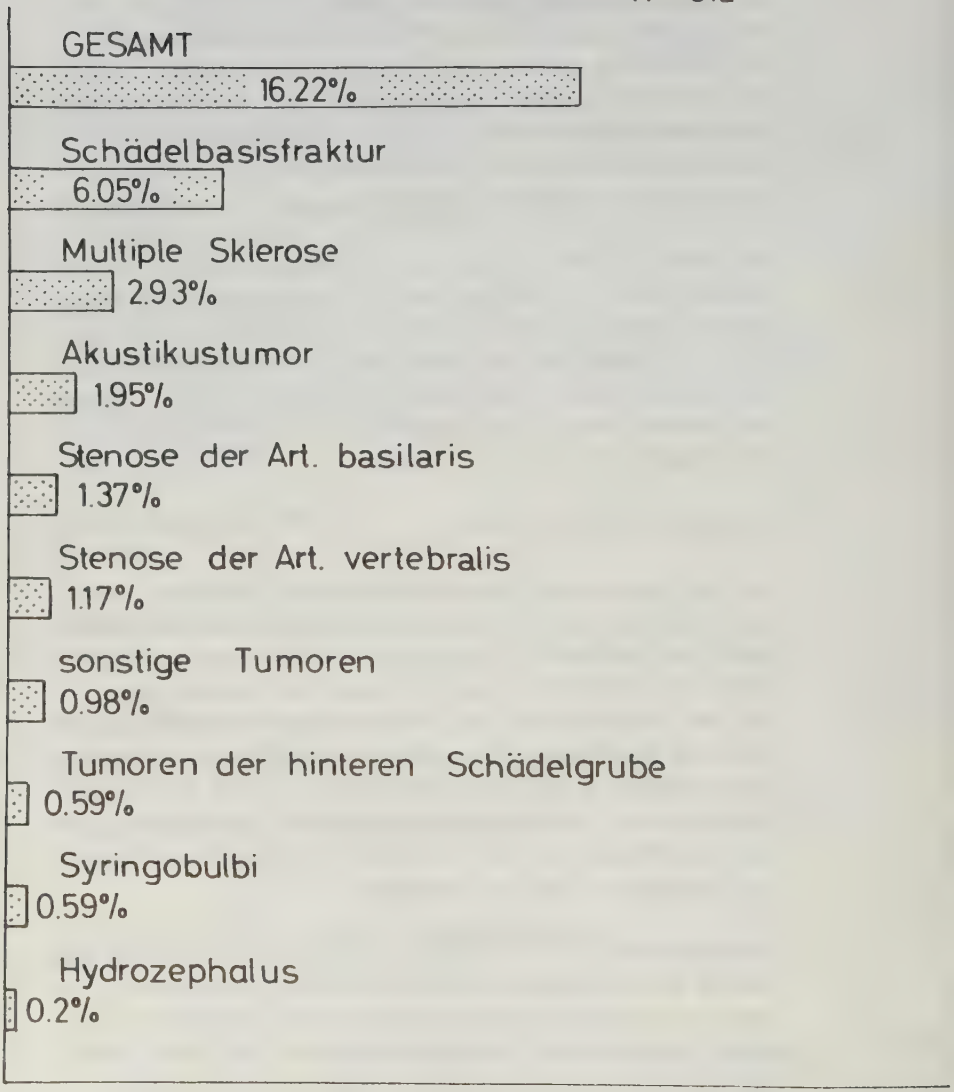

Abb. 6

SCHWINDELSYMPTOME

n= 512

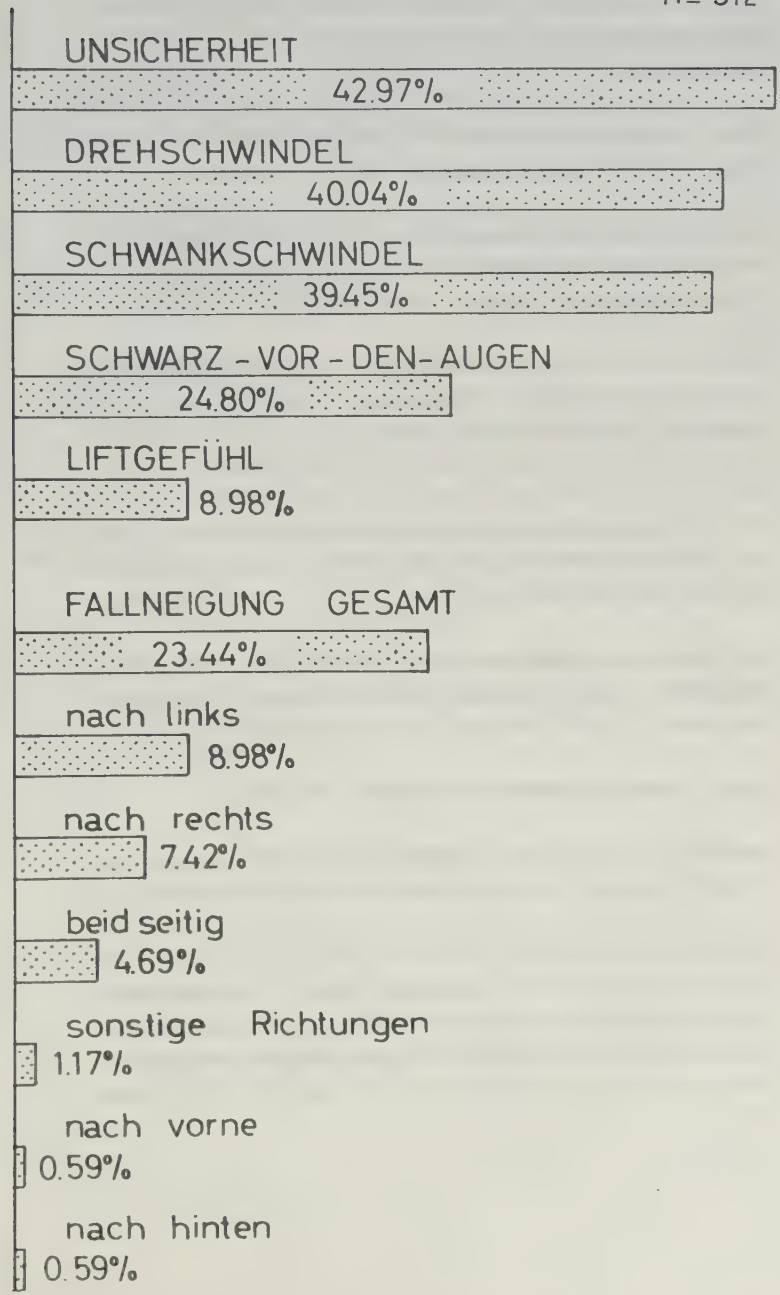

Abb. 7

4.69 % besteht diese nach beiden Seiten, bei 1.17 % nach sonstigen Richtungen und bei je 0.59 % nach vorne oder nach hinten.

Unter vegetativen Symptomen ist Übelkeit (35.55 %), Erbrechen (18.55 %) und Kollaps (6.45 %) zu verstehen.

Ausgelöst wird der Schwindel vor allem durch Aufstehen (49.41 %) und Kopfdrehen (31.05 %). Der Seitenblick als Triggermechanismus rangiert an dritter Stelle (7.81 %).

Um die Dauer der Schwindelanfälle zu qualifizieren wurden folgende Zeitintervalle herangezogen: Sekunden (von 38.48 % angegeben), Minuten (bei 25.78 %), Stunden (12.5 %), Tage (3.91 %), Monate (0.59 %) und Wochen (0.19 %).

Bei Schwindelanfällen ohne weitere Angaben verlief dieser bei 12.3 % langdauernd und gleichmäßig, bei 7.42 % langdauernd an- und abschwellend.

Die Dauer der Beschwerden wurde ebenfalls in Zeitintervalle eingeteilt. Dies sind Jahre (32.62 %), Monate (19.53 %), Jahrzehnte (8.4 %), Wochen (7.71 %) und Tage (4.88 %).

3.1.6. Andere anamnestisch bekannte Störungen

Abbildung 13 zeigt eine Zusammenstellung der anamnestisch erfaßten Störungen im Bereich der Gesichtsnerven und Kopfsinne.

Die Sehstörungen stehen an erster Stelle (76.95 %). Zu den Sehstörungen zählen die Unschärfe (49.02 %), Bewegungseindrücke wie Flimmern und Sternchen-Sehen (23.83 %) und an letzter Stelle Doppelbilder (4.1 %). Trigeminuszeichen in Form einer Hyper- oder Hypoästhesie lagen bei 11.52 % des

VEGETATIVE SYMPTOME

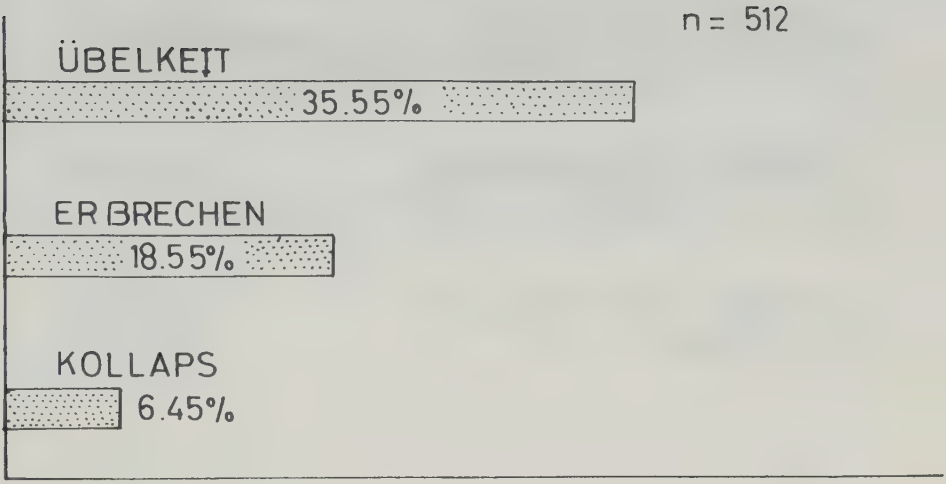

Abb. 8

SCHWINDELAUSLÖSUNG

n = 512

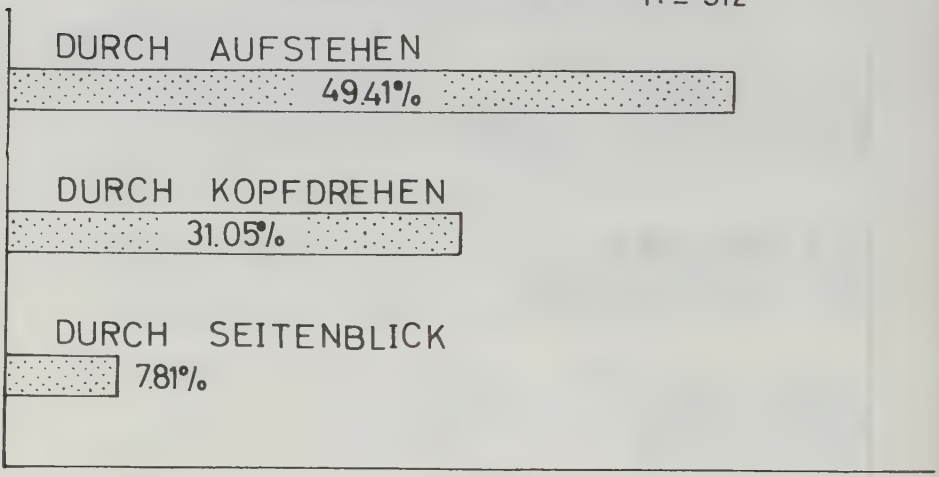

Abb. 9

DAUER DES EINZELNEN ANFALLS

n = 512

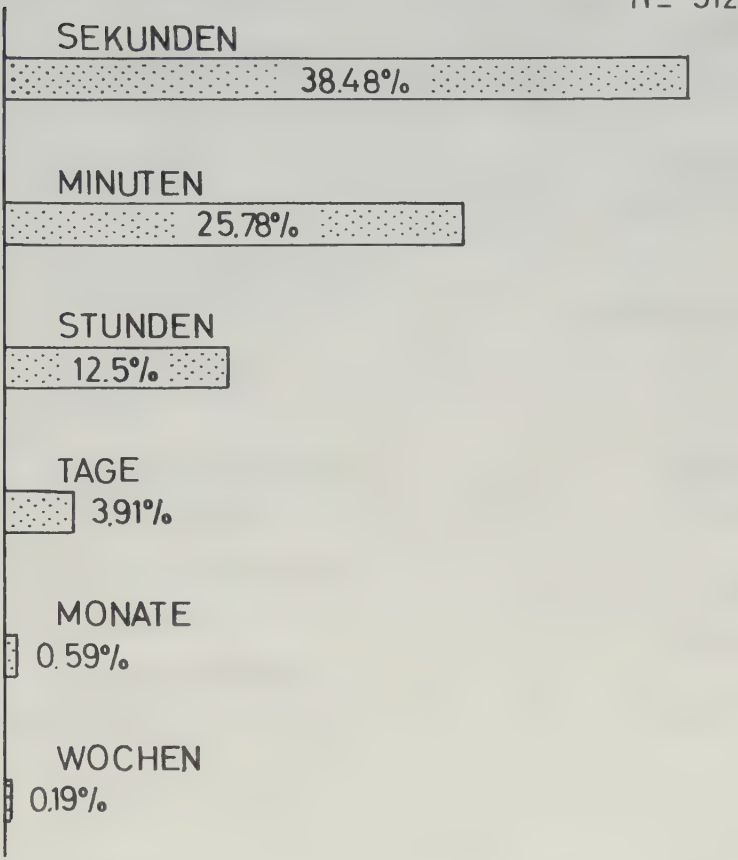

Abb. 10

ANFALL OHNE NÄHERE ANGABEN

n = 512

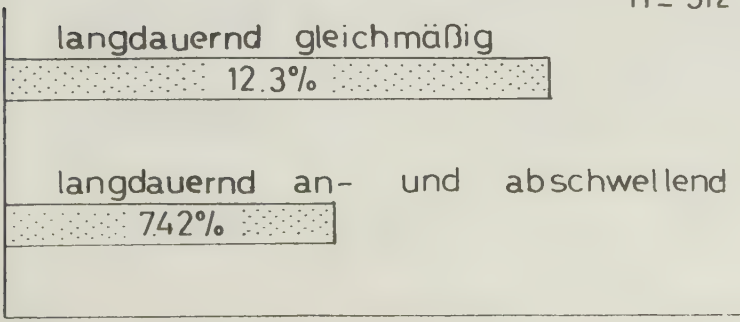

Abb. 11

BESCHWERDEN SEIT

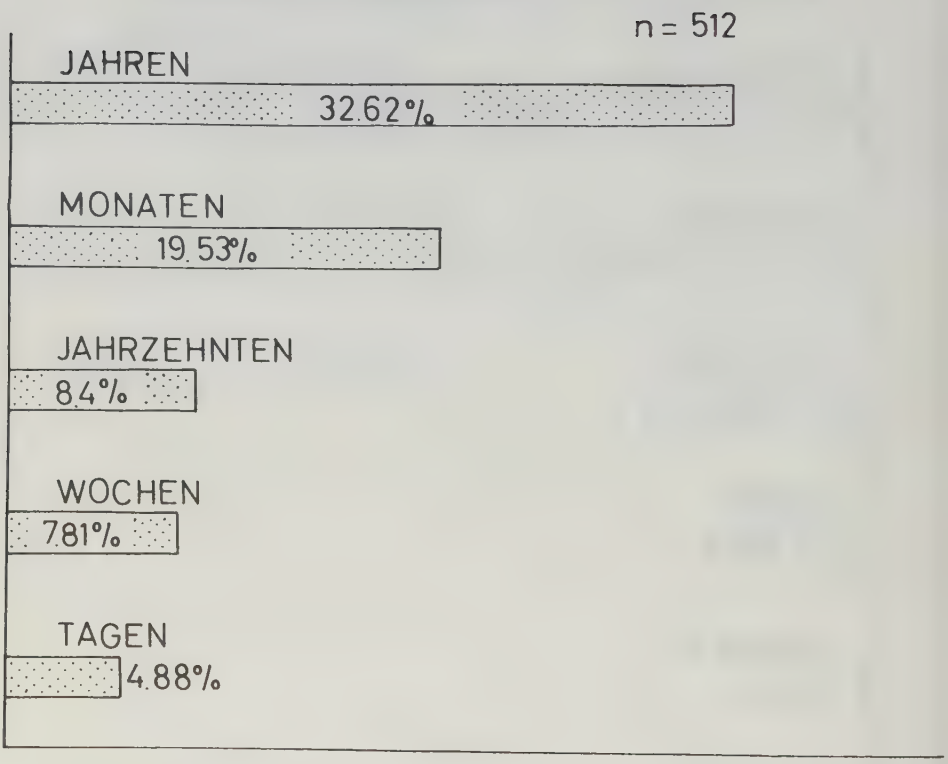

Abb. 12

STÖRUNGEN DER GESICHTSNERVEN UND KOPFSINNE

n = 512

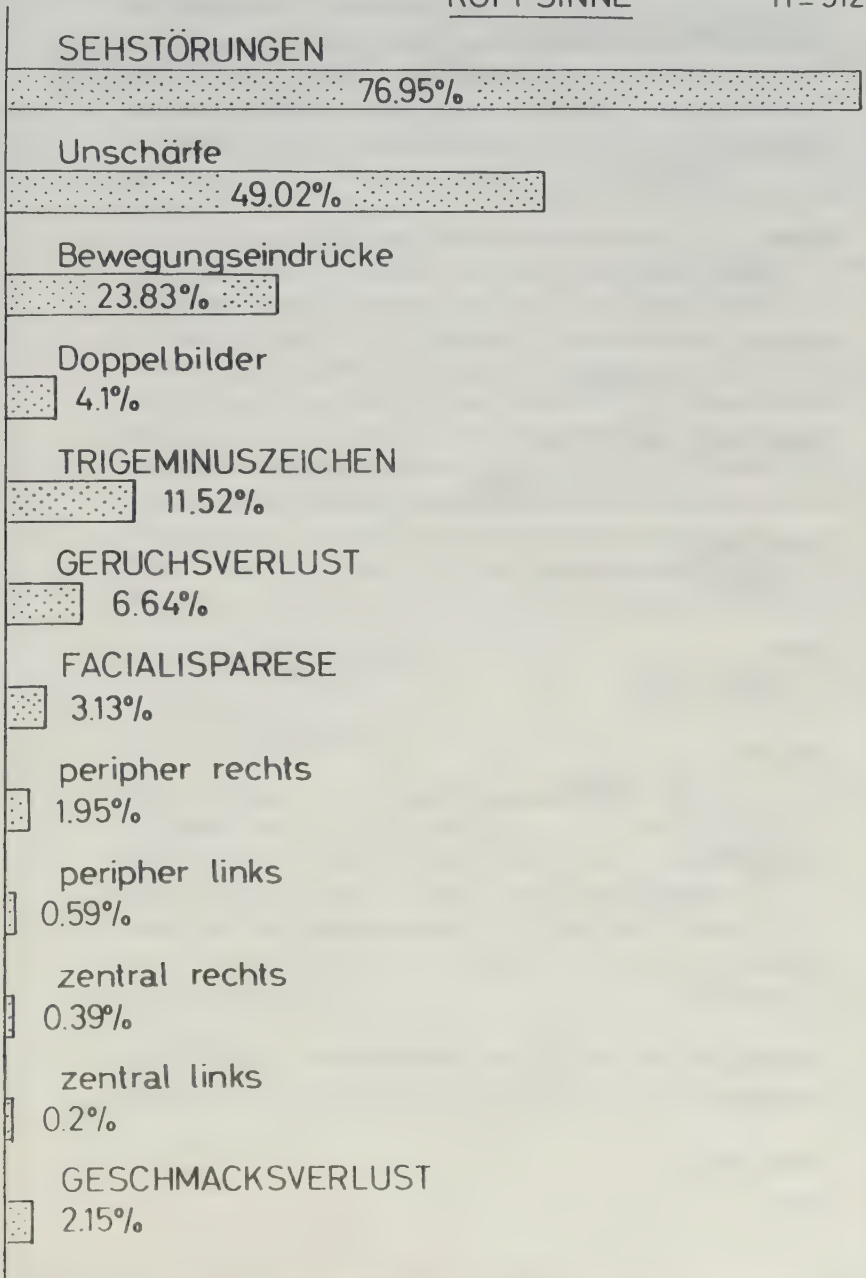

Abb. 13

OHRENSYMPTOME

n = 512

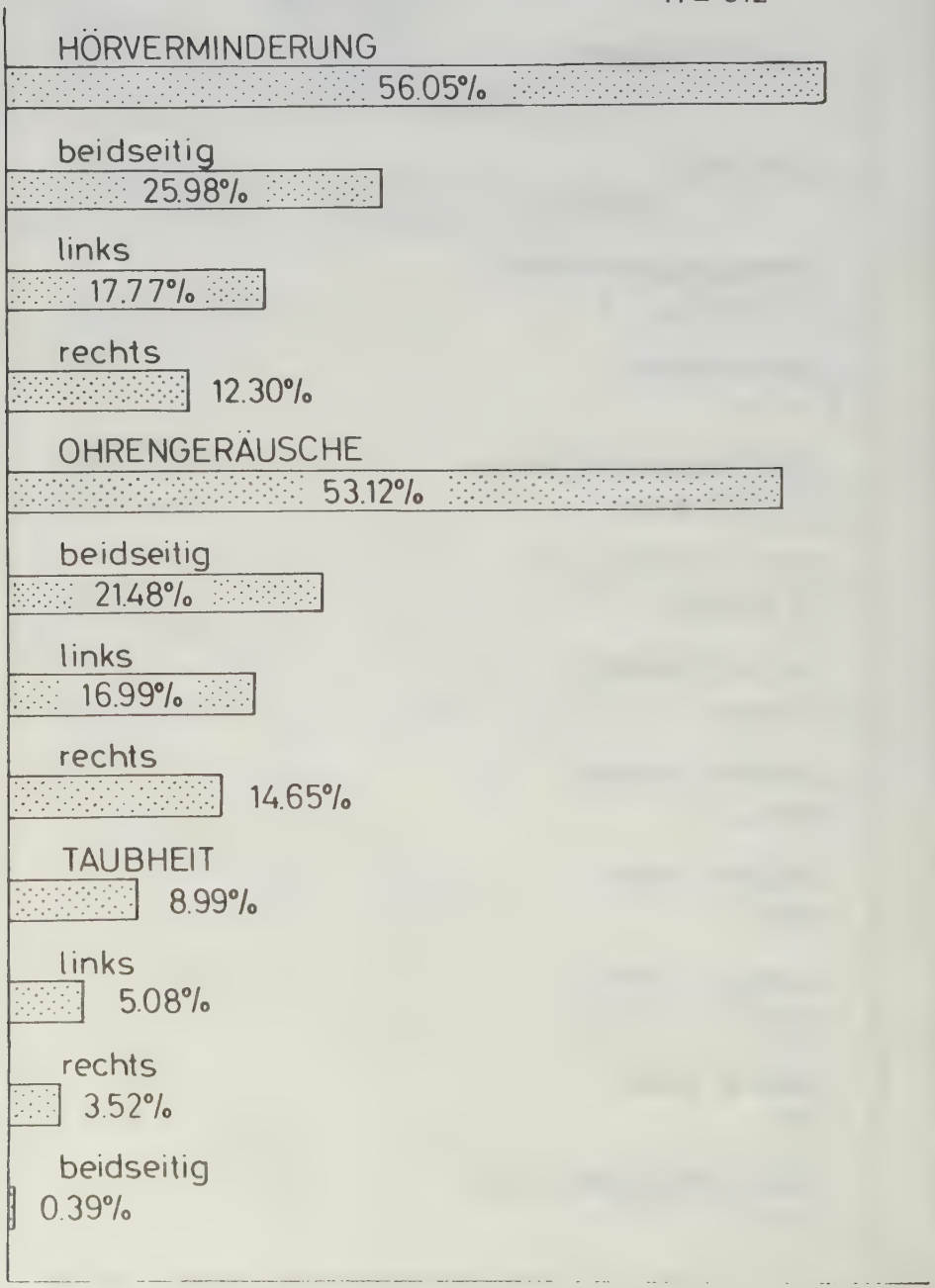

Abb. 14

Kollektivs vor, Geruchsverlust bei 6.64 %, eine Facialisparese bei 3.13 %. Der letzte Befund untergliedert sich in eine periphere Störung der rechten Seite (1.95 %), der linken Seite (0.59 %), eine zentrale Störung rechts (0.39 %) und links (0.2 %). Geschmacksverlust wurde bei 2.15 % festgestellt.

Unter den Ohrensymptomen steht die Hörverminderung an erster Stelle (56.05 %). Sie setzt sich aus einer beidseitigen (25.98 %), einer linksseitigen (17.77 %) und einer rechtsseitigen Störung (12.3 %) zusammen. Ohrengeräusche meldeten 53.12 % an. Es entfallen auf eine beidseitige Störung 21.48 %, auf eine Störung links 16.99 % und 14.65 % auf eine Störung rechts. Das Kollektiv enthielt 5.08 %, die eine totale Taubheit links beklagten, bei 3.52 % war das rechte Ohr ertaubt. Eine Taubheit auf beiden Ohren wurde bei 0.39 % festgestellt. Insgesamt ist also ein prozentualer Anteil von 8.99 % ertaubt. Es fällt auf, daß bei allen Ohrsymptomen der Befall des linken Ohres vor dem des rechten deutlich führt.

3.1.7. Ergebnisse der Tests

3.1.7.1. Lagerungstest

Die Ergebnisse aus dem Lagerungsversuch sind auf Abbildung 15 zusammengetragen. In der Abszisse sind die ermittelten Lagerungswinkel, in der Ordinate die Häufigkeit ihres Auftretens aufgetragen. Dabei wurden jeweils zwei nebeneinander liegende Winkel zusammengefaßt, die Häufigkeit ihres Vorkommens summiert, durch zwei dividiert und dann in der Ordinate eingezeichnet.

Es wurden die Lagerungswinkel von 512 Personen ermittelt. Es ergab sich ein Mittelwert von 15.61 Grad Anhebung gegen

VERTEILUNG DER LAGERUNGSWINKEL

Abb. 15

die Waagrechte. Die Standardabweichung beträgt $\pm$ 7.62 Grad. Die mittlere Abweichung des Mittelwerts ist $\pm$ 0.34 Grad. Die ermittelten Extremwerte waren 60 Grad Anhebung gegen die Horizontale und 0 Grad Neigung, also die Horizontale selbst. Bemerkenswerterweise gab kein einziger Patient eine Kopfhängelage als subjektiv empfundene Horizontale an.

Für den Fortgang der Arbeit wird nun das Gesamtkollektiv in drei Untergruppen geteilt:

Normallagerige: Lagerungswinkel zwischen 8° und 23° (Intervall = M $\pm$ s)
Unterlagerige: Lagerungswinkel zwischen 0° und 7°
Überlagerige: Lagerungswinkel zwischen 24° und 60°

In das Intervall der Normallagerigen fallen 76.56 % (= 392 Patienten). In das Intervall der Unterlagerigen fallen 10.55 % (= 54 Patienten). In das Intervall der Überlagerigen fallen 12.89 % (= 66 Patienten). Diese drei Gruppen werden hinsichtlich ihres Verhaltens in den neurootologischen Tests untereinander und mit dem Gesamtkollektiv im späteren Verlauf der Arbeit korreliert.

3.1.7.2. Kalorische Vestibularisprüfung

Die statistischen Häufigkeiten aller trinär codierten Schmetterlinge sind in eine quadratische Matrix, deren Spalten nach den Reaktionen des rechten Ohres, deren Zeilen nach den des linken Ohres angeordnet sind, zusammengetragen.

In der Hauptdiagonale stehen alle symmetrischen Schmetterlinge von "0000" (Normalschmetterling) bis "2222", dem Großen Schmetterling mit allgemeiner Nystagmusenthemmung. Unsere Ergebnisse zeigen, daß entgegen der statistischen Wahrscheinlichkeit sehr ungleiche Häufigkeiten bezüglich der einzelnen

KALORISCHE VESTIBULARISPRÜFUNG

MATRIX Ia: Verteilung der Schmetterlingsmuster im Gesamtkollektiv n = 449

Prüfung linkes Ohr	Prüfung rechtes Ohr: 00	01	02	10	11	12	20	21	22
00	165 36.75	3 0.67	16 3.56	16 3.56	11 2.45	2 0.45	9 2.00		10 2.23
01	6 1.34	1 0.22		9 2.00	4 0.89				1 0.22
02	24 5.35	1 0.22	14 3.12		1 0.22		6 1.34		7 1.56
10	12 2.67	6 1.34	1 0.22	3 0.67	4 0.89				1 0.22
11	7 1.56	3 0.67		3 0.67	15 3.34	1 0.22			
12	1 0.22		9 2.00						
20	8 1.78	3 0.67		3 0.67			2 0.45		6 1.34
21									
22	14 3.12		10 2.23	2 0.45	1 0.22		5 1.11		23 5.12

Abb. 16

MATRIX Ib: Verteilung der Schmetterlingsmuster im Kollektiv der Normallagerigen n = 345

Prüfung linkes Ohr	Prüfung rechtes Ohr: 00	01	02	10	11	12	20	21	22
00	127 36.81	2 0.58	13 3.77	13 3.77	9 2.61	2 0.58	6 1.74		9 2.61
01	5 1.45	1 0.29		8 2.32	3 0.87				
02	17 4.93		12 3.48		1 0.29		6 1.74		3 0.87
10	9 2.61	5 1.45		2 0.58	3 0.87				
11	6 1.74	2 0.58		3 0.87	11 3.19	1 0.29			
12									
20	6 1.74	3 0.87	8 2.32	3 0.87			2 0.58		5 1.45
21									
22	11 3.19		7 2.03	1 0.29	1 0.29		5 1.45		14 4.06

Abb. 17

MATRIX Ic: Verteilung der Schmetterlingsmuster im Kollektiv der Unterlagerigen n = 48

Prüfung linkes Ohr \ Prüfung rechtes Ohr	00	01	02	10	11	12	20	21	22
00	17 35.42	1 2.08	2 4.17	1 2.08	1 2.08		3 6.25		1 2.08
01	1 2.08			1 2.08					1 2.08
02	1 2.08								3 6.25
10	1 2.08		1 2.08	1 2.08					
11	1 2.08				1 2.08				
12									
20	2 4.17								
21									
22	2 4.17		2 4.17						4 8.33

Abb. 18

MATRIX Id: Verteilung der Schmetterlingsmuster im Kollektiv der Überlagerigen n = 56

Prüfung linkes Ohr	Prüfung rechtes Ohr: 00	01	02	1	11	12	20	21	22
00	21 37.5		1 1.79	2 3.57	1 1.79				
01					1 1.79				
02	6 10.71	1 1.79	2 3.57						1 1.79
10	2 3.57	1 1.79			1 1.79				1 1.79
11		1 1.79			3 5.37				
12	1 1.79								
20			1 1.79						1 1.79
21									
22	1 1.79		1 1.79	1 1.79					5 8.93

Abb. 19

Muster anzutreffen sind. So finden sich die beiden genannten Schmetterlinge der Hauptdiagonale überdurchschnittlich häufig, nämlich 41.85 % aller beobachteten Muster, andere Schmetterlinge wurden hingegen (wie es CLAUSSEN beschreibt) bisher niemals beobachtet.

Nehmen wir die beobachteten Schmetterlingsmuster aus dieser 9 mal 9 Matrix heraus und rangieren sie vom häufigsten zum seltensten, dann können wir Rangfolgevergleiche für die Schmetterlingsmatrix von NODEC I mit der von uns angegebenen Matrix nach der von Spearman beschriebenen Korrelationsformel vornehmen. Darüber hinaus können wir unsere Matrix dergestalt spalten, daß wir die Schmetterlinge bei Normallagerigen von den von Unterlagerigen und diese wiederum von den von Überlagerigen trennen. Damit ist die Möglichkeit gegeben, diese untereinander zu korrelieren.

In der Matrix des Gesamtkollektivs wurde die Häufigkeit des Auftauchens eines speziellen Schmetterlingsmusters als Absolutzahl darunter in Prozent angegeben. Bezugszahl ist 449 als 100 Prozent. Das Defizit zu 512 Angaben des Lagerungswinkels erklärt sich daraus, daß bei einem Teil der Patienten eine Gaskalorisation durchgeführt wurde, die in dieser Matrix, und auch den folgenden drei, nicht berücksichtigt wird.

Die Matrix der Normallagerigen enthält 345 (was 100 Prozent entspricht) einzelne Schmetterlingsmuster, bei der Matrix der Unterlagerigen sind es 48, bei den Überlagerigen sind es 56 Muster.

3.1.7.3. Rotatorischer Intensitätsdämpfungstest

Ähnlich der für die verschiedenen Schmetterlingsmuster erstellten Matrix, werden die statistischen Häufigkeiten aller

ROTATORISCHER INTENSITÄTSDÄMPFUNGSTEST

MATRIX IIa: Verteilung der RIDT-Muster im Gesamtkollektiv n = 338

Perrotatorisches Verhalten

Postrotatorisches Verhalten	00	01	02	10	11	12	20	21	22
00	132 39.05	17 5.03	26 7.69	5 1.48	7 0.27		24 7.1	3 0.89	30 8.88
01	8 2.37	3 0.89	1 0.3	1 0.3	2 0.6				
02	6 1.78	2 0.6	2 0.6				2 0.6		4 1.18
10	1 0.3	2 0.6			1 0.3		2 0.6		
11	4 1.18	1 0.3		1 0.3	2 0.6				
12									
20	9 2.66	1 0.3		1 0.3			3 0.89		5 1.48
21	1 0.3		1 0.3	1 0.3					
22	4 1.18	1 0.3	1 0.3	2 0.6			5 1.48		14 4.14

Abb. 20

MATRIX IIb: Verteilung der RIDT-Muster im Kollektiv der Normallagerigen n = 252

Postrotatorisches Verhalten	Perrotatorisches Verhalten: 00	01	02	10	11	12	20	21	22
00	99 39.29	15 5.95	18 7.14	4 1.59	7 2.78		14 5.56	2 0.79	22 8.73
01	8 3.17	2 0.79		1 0.4	1 0.4				
02	4 1.59	2 0.79	1 0.4				2 0.79		3 1.19
10	1 0.4	1 0.4					1 0.4		
11	4 1.59			1 0.4	2 0.79				
12									
20	5 1.98	1 0.4					2 0.79		4 1.59
21	1 0.4		1 0.4	1 0.4					
22	4 1.59		1 0.4	1 0.4			5 1.98		11 4.37

Abb. 21

MATRIX IIc: Verteilung der RIDT-Muster im Kollektiv der Unterlagerigen n = 45

Postrotatorisches Verhalten \ Perrotatorisches Verhalten	00	01	02	10	11	12	20	21	22
00	16 35.56		2 4.44	1 2.22			4 8.89		5 11.11
01		1 2.22	1 2.22						
02	2 4.44		1 2.22						
10					1 2.22		1 2.22		
11									
12									
20	4 8.89						1 2.22		
21									
22		1 2.22		1 2.22					3 6.67

Abb. 22

MATRIX IId: Verteilung der RIDT-Muster im Kollektiv der Überlagerigen n = 41

Postrotatorisches Verhalten \ Perrotatorisches Verhalten	0 0	0 1	0 2	1 0	1 1	1 2	2 0	2 1	2 2
0 0	17 41.46	2 4.88	6 14.63				6 14.63	1 2.44	3 7.32
0 1					1 2.44				
0 2									1 2.44
1 0		1 2.44							
1 1		1 2.44							
1 2									
2 0				1 2.44					1 2.44
2 1									
2 2									

trinär codierten Muster des Rotationsintensitätdämpfungstests ebenfalls in einer Matrix festgehalten. Die Spalten stellen hier das perrotatorische, die Zeilen das postrotatorische Verhalten dar. Auch hier zeigt das Ergebnis ein ungleich häufiges Auftreten der einzelnen Muster, während einzelne überhaupt nicht auftauchen. Natürlich unterscheidet sich die Verteilungsstruktur der RIDT-Matrix von der der kalorischen Vestibularisprüfung. Die Angabe der Häufigkeit der einzelnen RIDT-Muster geschieht wiederum einmal als Absolutzahlen darunter in Prozenten.

Die Matrix des Gesamtkollektivs enthält 338 einzelne Muster. Da bei einer Anzahl der untersuchten Patienten nur eine perrotatorische Registrierung vorgenommen wurde, und diese Patienten bei der folgenden Auszählung nicht berücksichtigt werden, differiert die Anzahl der in die Matrix aufgenommenen RIDT-Muster von der Anzahl der festgestellten Lagerungswinkel. Die Matrix der Normallagerigen enthält 252 einzelne Reaktionsmuster, die der Unterlagerigen 45, die der Überlagerigen 41 aufgenommene Reaktionen.

3.1.7.4. Spontannystagmus

Die Darstellung der Häufigkeiten der gefundenen Spontannystagmusmuster geschieht ebenfalls mittels einer Matrix. Da hierfür eine 9 mal 9 quadratische Matrix verwendet wird, andererseits gemäß unserer Codierung viel weniger Spontannystagmusmuster möglich sind, bleiben die meisten Felder frei.

Durch die Spalten der Matrix ist die Richtung des Spontannystagmus bestimmt, durch die Zeilen seine Intensität. Die Häufigkeit der einzelnen Muster wird in Prozent der durch die jeweilige Matrix erfaßten Muster wiedergegeben. Die Matrix des Gesamtkollektivs stützt sich auf 511 erfaßte Spontan-

SPONTANNYSTAGMUS

MATRIX IIIa: Verteilung der Spontannystagmusmuster im Gesamtkollektiv

n = 511

Intensität \ Richtung	00	04	02	30	34	12	20	21	22
00	219 42.86	30 5.87		53 10.37	20 3.91				
01		15 2.94			19 3.72				
02		1 0.2							
10				43 8.41	20 3.91				
11					90 17.61				
12									
20				1 0.2					
21									
22									

Abb. 24

MATRIX IIIb: Verteilung der Spontannystagmusmuster im Kollektiv der Normallagerigen n = 392

Intensität \ Richtung	0 0	0 4	0 2	0 3	3 4				
0 0	166 42,35	24 6,12		40 10,2	17 4,34				
0 1		11 2,81			14 3,57				
0 2		1 0,26							
1 0				32 8,16	16 4,08				
1 1					70 17,86				
1 2									
2 0				1 0,26					
2 1									
2 2									

Abb. 25

MATRIX IIIc: Verteilung der Spontannystagmusmuster im Kollektiv der Unterlagerigen n = 53

Intensität \ Richtung	00	04	02	03	34				
00	22 41,51	3 5,66		5 9,43	1 1,89				
01		3 5,66			2 3,77				
02									
10				5 9,43	2 3,77				
11					10 18,87				
12									
20									
21									
22									

Abb. 26

MATRIX IIId: Verteilung der Spontannystagmusmuster im Kollektiv der Überlagerigen n = 66

Intesität \ Richtung	00	04	02	03	34				
00	31 46,97	3 4,55		8 12,12	2 3,03				
01		1 1,52			3 4,55				
02									
10				6 9,09	2 3,03				
11					10 15,15				
12									
2									
2									
22									

Abb. 27

nystagmen, 392 entfallen davon auf die Matrix der Normallageringen, 53 auf die der Unterlagerigen, 66 auf die Gruppe der Überlagerigen.

3.1.7.5. Vestibulo-spinale Prüfung

Die Ergebnisse des Unterberger'schen Tretversuches werden ebenfalls in einer Matrix zusammengetragen. Die Spalten dieser Matrix stehen für die Kombination aus der vom Patienten zurückgelegten Wegstrecke und des dabei entstandenen Abweichwinkels von der Sagittalebene. In den Zeilen werden die Kombinationen aus dem inneren Spin und der Lateralschwankung aufgezeichnet. Die ermittelten Häufigkeiten sind in Prozentzahlen bezogen auf die von der jeweiligen Matrix erfaßten Muster angegeben.

Die Matrix des Gesamtkollektivs enthält 485 einzelne Muster. Da nicht alle Patienten in der Lage waren, diesen Test auszuführen, erklärt sich so, daß diese Zahl geringer ist als 512. Die weitere Aufspaltung ergibt folgendes Bild: Die Matrix der Normallagerigen bildet 373 einzelne Muster ab, die Matrix der Unterlagerigen bezieht sich auf 52 einzelne Muster, die der Überlagerigen auf 60.

3.1.7.6. Neurootologische Diagnosen

Aufgrund der neurootologischen Untersuchungsmethoden und unter Verwendung der neurootologischen Datenbank NODEC I und NODEC II wurden folgende Diagnosen gestellt:

Zentrale vestibuläre Störungen lagen in 31,8 % des Gesamtkollektivs vor, periphere vestibuläre Störungen in 13.65 %; kombinierte periphere und zentrale Gleichgewichtsfunktionsstörungen zeigten sich bei 5.45 % der Patienten. 2.53 % der Pa-

VESTIBULO - SPINALE PRÜFUNG

MATRIX IVa: Verteilung der CCG - Muster im Gesamtkollektiv n = 485

Wegstrecke / Abweichwinkel

Spin / Lateralschwankung	00	01	02	10	11	12	20	21	22
00	187 38,56	18 3,71	27 5,57	1 0,21		1 0,21	61 12,58	5 1,03	3 0,62
01	27 5,57	4 0,82	1 0,21	1 0,21			7 1,44		1 0,21
02									
10	11 2,27	36 7,42			1 0,21		1 0,21	4 0,82	
11	1 0,21	8 1,65			1 0,21				
12									
20	4 0,82		59 12,16				1 0,21		7 1,44
21			5 1,03						2 0,41
22									

Abb. 28

MATRIX IV b: Verteilung der CCG-Muster im Kollektiv der Normallagerigen n = 373

Wegstrecke / Abweichwinkel

Spin / Lateralschwankung

	00	01	02	10	11	12	20	21	22
00	143 38.34	15 4.02	21 5.63	1 0.27		1 0.27	45 12.06	5 1.34	3 0.8
01	19 5.09	2 0.54		1 0.27			5 1.34		1 0.27
02									
10	10 2.68	33 8.85			1 0.27		1 0.27	3 0.8	
11	1 0.27	6 1.61			1 0.27				
12									
20	1 0.27		42 11.26				1 0.27		7 1.88
21			3 0.8						1 0.27
22									

Abb. 29

MATRIX IVc: Verteilung der CCG-Muster im Kollektiv der Unterlagerigen n = 52

Wegstrecke/Abweichwinkel

Spin/Lateralschwankung

	00	01	02	10	11	12	20	21	22
00	22 42.31	1 1.92	4 7.69				7 13,46		
01	3 5.77	2 3.85	1 1.92				1 1.92		
02									
10		1 1.92							
11		1 1.92							
12									
20			7 13,46						
21			1 1.92						1 1.92
22									

Abb. 30

MATRIX IVd: Verteilung der CCG-Muster im Kollektiv der Überlagerigen n = 60

Wegstrecke/Abweichwinkel

Spin/Lateralschwankung

	00	01	02	10	11	12	20	21	22
00	22 36.67	2 3.33	2 3.33				9 15.0		
01	5 8.33						1 1.66		
02									
10	1 1.66	2 3.33						1 1.66	
11		1 1.66							
12									
20	3 5.0		10 16.67						
21			1 1.66						
22									

Abb. 31

NEUROOTOLOGISCHE DIAGNOSEN

n = 512

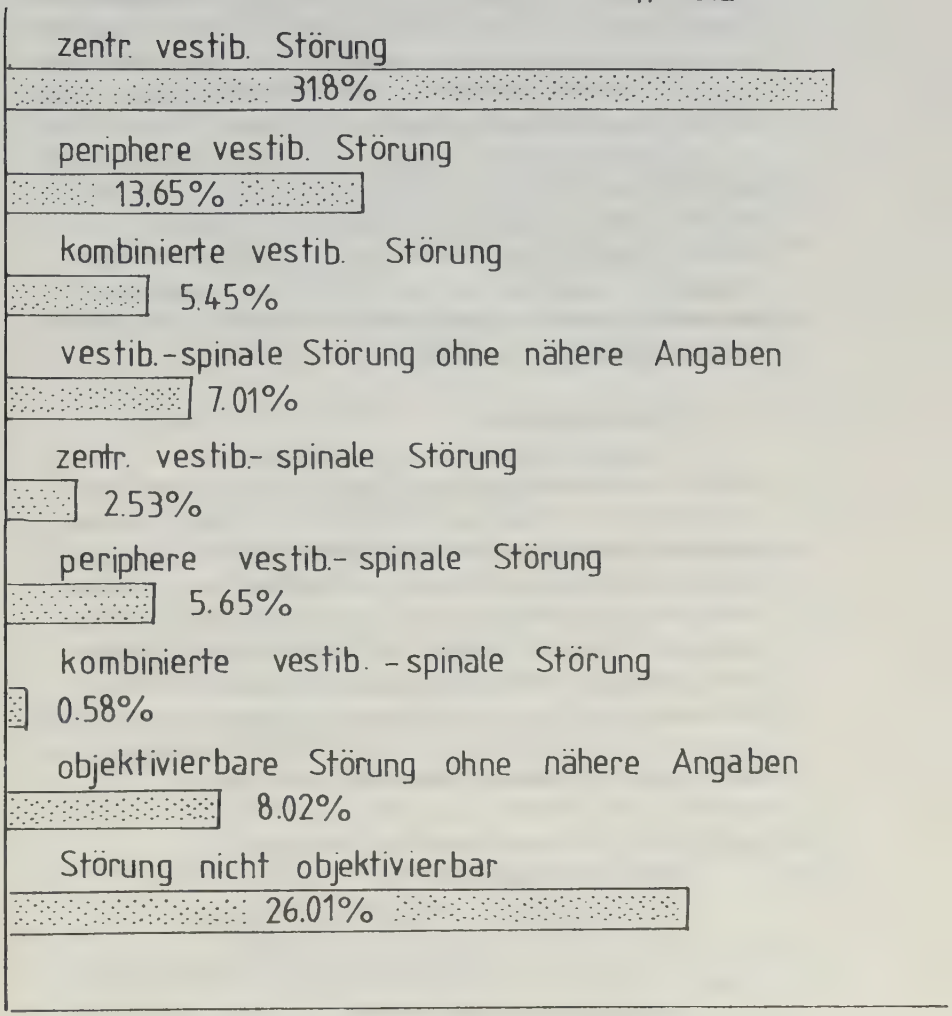

Abb. 32

tienten hatten eine zentrale vestibulo-spinale Gleichgewichtsfunktionsstörung bei 5.64 % des Kollektivs wurde eine periphere vestibulo-spinale Störung diagnostiziert. Kombinierte periphere und zentrale vestibulo-spinale Funktionsstörungen fanden wir nur bei 0.58 % der Untersuchten. 7.01 % der Patienten wiesen eine objektivierbare vestibulo-spinale Störung auf - eine nähere Differenzierung war jedoch nicht möglich. Weitere 8.02 % zeigten bei den Untersuchungen Auffälligkeiten, die jedoch bei gegenwärtigem Kenntnisstand ebenfalls nicht näher eingeordnet werden konnten. Bei 26.01 % der Untersuchten konnten wir mittels der neurootologischen Untersuchungsmethoden eine Störung nicht objektivieren.

3.1.7.7. Einzelkasuistik

So sehr die statistische Betrachtung von Einzelparametern, wie sie in den vorangegangenen Abschnitten dargelegt wurde, für die Entdeckung von allgemeinen Gesetzmäßigkeiten und Entwicklung abstrahierter Theorien von Bedeutung ist, interessiert den klinisch Tätigen vor allem das Gesamtbild des einzelnen Patienten. Da außerdem die Einführung strikt voneinander getrennter Parameter neben deren guten quantitativen Faßbarkeit stets auch zu einer gewissen Schematisierung führt halten wir es für erforderlich, Einzelfälle zur Demonstration der konkreten klinischen Erscheinung heranzuziehen.

Fall 1: H.T., 28 Jahre, männlich, 168 cm, 60 kg,
gibt Alkoholgenuß an.

Lagerungswinkel: 20° (noch normallagerig).

Vor Monaten Schädelhirntrauma mit Felsenbeinfraktur.

jetzige Beschwerden: Keine.

neurootologische Diagnose: Normalbefund.

Fall 2: M.S., 53 Jahre, weiblich, 168 cm, 75 kg, Arbeiterin.

Pharmaka und Genußgifte: Nikotin, Coffein, Barbiturate, Sedativa.

Lagerungswinkel: 15° (normallagerig).

Neurologische Diagnose: Akustikusneurinom.

jetzige Beschwerden: Doppelbilder, Geruchsverlust, Geschmacksverlust, beidseits Hörminderung. Lang andauernde an- und abschwellende Gangunsicherheit sowie Tinnitus.

neurootologische Diagnose: Gröbere Störung nicht objektivierbar.

Fall 3: G.B., 52 Jahre, weiblich, 159 cm, 76 kg.

Lagerungswinkel: 16° (normallagerig).

jetzige Beschwerden: Keine.

neurootologische Diagnose: Zentrale Gleichgewichtsstörung.

Fall 4: A.E., 32 Jahre, männlich, 190 cm, 95 kg.

Trauma des Schädels vor 3 - 5 Jahren.

Lagerungswinkel: 14° (normallagerig).

jetzige Beschwerden: Seit Jahren Drehschwindel mit Fallneigung nach links sowie Übelkeit für Minuten bis Stunden anhaltend. Schwindelauslösung durch Kopfdrehen und Aufstehen. Hörminderung links, periphere Facialisparese links, Trigeminuszeichen.

neurootologische Diagnose: Zentrale vestibulo-okuläre und vestibulo-spinale Gleichgewichtsstörung.

Fall 5: B.H., 30 Jahre, männlich, 176 cm, 75 kg.

Lagerungswinkel: 4° (unterlagerig).

jetzige Beschwerden: Keine.

neurootologische Diagnose: Normalbefund.

Fall 6: T.S., 42 Jahre, weiblich, 176 cm, 75 kg.

Hypotonie und rhinogene Erkrankungen bekannt.

Lagerungswinkel: 3° (unterlagerig).

jetzige Beschwerden: Seit Jahren für Sekunden einsetzender Schwankschwindel mit Fallneigung nach rechts und Unsicherheit. Schwindelauslösung durch Aufstehen.

neurootologische Diagnose: Keine gröbere Störung objektivierbar.

Fall 7: A.H., 60 Jahre, männlich, 164 cm, 70 kg.

Hypotonie bekannt.

Lagerungswinkel: 5° (unterlagerig).

jetzige Beschwerden: Keine subjektive Beschwerden.

neurootologische Diagnose: Zentrale Gleichgewichtsstörung.

Fall 8: E.H., 52 Jahre, männlich, 176 cm, 82 kg, Briefträger.

Schädelhirntrauma vor 6 - 10 Jahren. Herzinsuffizienz und Diabetes mellitus bekannt.

Lagerungswinkel: 0° (unterlagerig).

jetzige Beschwerden: Seit Monaten für Minuten bis Stunden auftretende Unsicherheit, Drehschwindel, Übelkeit und Kollaps. Tinnitus beidseits. Schwindelauslösung

durch Aufstehen, Seitenblick und Kopfdrehen. Beidseits Hörminderung, Trigeminuszeichen.

neurootologische Diagnose: Zentrale Gleichgewichtsstörung.

Fall 9: E.S., 30 Jahre, weiblich, 158 cm, 41 kg, Übersetzerin.

Hypotonie bekannt.

Lagerungswinkel: 29° (überlagerig).

jetzige Beschwerden: Seit Jahren für Sekunden bis Stunden auftretende, gleichmäßig andauernde Unsicherheit, Drehschwindel, Übelkeit, Erbrechen und Tinnitus rechts. Schwindelauslösung durch Aufstehen und Kopfdrehen. Hörminderung links.

neurootologische Diagnose: Gleichgewichtsstörung nicht objektivierbar.

Fall 10: K.H., 19 Jahre, männlich, 183 cm, 67 kg, Student.

Lagerungswinkel: 30° (überlagerig).

jetzige Beschwerden: Keine.

neurootologische Diagnose: Zentrale Gleichgewichtsstörung.

Fall 11: A.B., 51 Jahre, männlich, 172 cm, 80 kg.

Schädeltrauma vor 3 - 5 Jahren. Herzinfarkt vor einem Jahr, Herzinsuffizienz.

Lagerungswinkel: 26° (überlagerig).

jetzige Beschwerden: Seit Jahren für die Dauer von Minuten bis Tagen an- und abschwellende Unsicherheit, Drehschwindel, Übelkeit, Erbrechen, Kollaps. Beidseits Tinnitus. Schwindelauslösung durch Aufstehen und

Kopfdrehen. Beidseits Hörminderung.

neurootologische Diagnose: Zentrale Gleichgewichtsstörung.

3.2. Korrelationsstatistik

Aus statistischer Sicht handelt es sich bei der vorliegenden Arbeit um eine multivariable Stichprobe. Diese vielen Variablen können so geordnet werden, daß sie als jeweils bivariable Stichprobe zutage treten.

3.2.1. Allgemeiner Teil

Zur Charakteristik der einzelnen Parameter dieser Stichprobe verwenden wir aus den neun von HILEBRANDT angeführten charakteristischen Meßwerten, nämlich

Durchschnittswerte oder arithmetisches Mittel
Unsicherheit der Durchschnittswerte
Streuung oder Standardabweichung
Korrelation und zwar Produkt-Moment-Koeffizient
oder Rangkorrelationkoeffizient
Unsicherheit des Unterschiedes zwischen den
beiden Mittelwerten
Verläßlichkeit des Unterschiedes dieser Mittelwerte
Verläßlichkeit der Korrelationkoeffizienten
Voraussage einer Variablen mittels Regressionsgleichung
Tauglichkeit der Voraussagevariablen, diagnostische
Valenz mittels des Schätzungsfehlers

nur einen Teil dieser charakteristischen Werte.

In unserer Verteilung sind die Durchschnittswerte oder arithmetisches Mittel und die Streuung dem Histogramm

der Verteilung überlagert. Für Fragen der Korrelation ziehen wir den Rangkorrelationskoeffizienten nach SPEARMAN heran. Mittelwerte und Korrelation sind Ausdrücke einer Gesamtheit. Im Falle der Mittelwerte handelt es sich aber um eine statistische Gesamtheit, im Falle der Korrelation um den Ausdruck der Beziehungsgesamtheit von zwei oder seltener mehreren Maßen zueinander.

Dispersion (Streuung) und Korrelationskoeffizient (Wechselbeziehung) haben beide das Gemeinsame, daß sie beide Abweichungen messen, unterscheiden sich aber dadurch, daß die Streuung ausschließlich das Ausmaß, die Korrelation überwiegend die Richtung und nur sekundär das Ausmaß der Abweichung feststellt.

Für die Berechnung des Spearman'schen Korrelationskoeffizienten werden Rangreihen aufgestellt. Die erste Rangreihe oder führende Reihe (a) wird in auf- oder absteigender Form hinsichtlich ihres Zahlenmaterials geordnet. Ihr entspricht eine zweite Rangreihe oder geführte Reihe (b). In dieser Reihe wird die Ordnung abhängig von der Stellung wiederum in Ordnungsziffern angegeben. Zur Berechnung des Rangkorrelationskoeffizienten werden die Differenzen beider Rangreihen gebildet, die sowohl positive wie negative Werte ergeben. Diese Differenzen werden sodann zum Quadrat erhoben, wodurch die Vorzeichen vereinheitlicht werden. Die Summen der zum Quadrat erhobenen Differenzen müssen mit sechs multipliziert werden. Hierauf teilt man das Ergebnis durch N mal $(N^2 - 1)$, das heißt, vom quadrierten N (Anzahl der Reihenglieder) ziehen wir eins ab und vervielfachen das Ergebnis mit N. Zuletzt wird das Ergebnis von eins abgezogen. Dies ist der Spearman'sche Rangkorrelationskoeffizient "r".

$$r = 1 - \frac{6s\,(x - y)^2}{N\,(N^2 - 1)}$$

Nach der Berechnung dieser Rangkorrelationswerte r_s fragt man sich natürlich, was hat man von diesem Endergebnis zu halten, was besagt ein zahlenmäßiger Ausdruck für die Wechselbeziehung zweier Variablen. Die folgenden Aussagen gelten primär für den Pearcen'schen Produktmomentkorrelationskoeffizienten, aber in abgeschwächter Form gilt auch das Gesagte für den Rangkorrelationskoeffizienten r_s.
GILLFORD stellt dazu folgendes fest:
Ein r weniger als 0,20 kennzeichnet eine schwache Korrelation,

eine nahezu unbrauchbare Korrelation.

r = 0.20 - 0.40 bedeutet eine niedere Korrelation, eine deutlich schwache Korrelation

r = 0.40 - 0.70 ist eine mäßige Korrelation, eine wesentliche Korrelation

r = 0.70 - 0.90 ist eine hohe Korrelation, eine bemerkenswerte Korrelation

r = 0.90 - 1.00 stellt eine sehr hohe Korrelation, eine sehr zuverlässige Korrelation dar.

E. R. CHADDOCK stellt folgende Faustregel der Wechselbeziehung ausgedrückt durch den Rangkorrelationskoeffizienten auf:

r weniger als 0.30 stellt einen sehr geringen Zusammenhang dar, von zweifelhafter Bedeutung, besonders wenn die Anzahl der verglichenen Fälle gering ist.

r = 0.30 - 0.50 zeigt einen mäßigen Zusammenhang an, wenn der wahrscheinliche Fehler klein ist,

r = 0.50 - 0.70 zeigt einen deutlichen Zusammenhang an, der auch praktisch verwertbar ist.

r = 0.70 - 0.90 weist auf einen geradezu engen Zusammenhang hin,

r = 0.90 und darüber tritt bei sehr hohen Zusammenhängen der beiden Variablen auf.

HILEBRANDT betont in seiner "Elementaren Statistik" noch einmal, daß so lange wir keine anderen Methoden der rechnerischen Bestimmung der Wechselbeziehung zwischen zweien oder mehreren Variablen kennen, wir uns wohl oder übel an die Bestimmung der Rang- oder Maßkorrelation halten müssen. Ein zahlenmäßiges Ergebnis ist immerhin besser und aussagefähiger als eine verbale Definition. Es muß aber berücksichtigt werden, daß die Rangkoeffizienten gerade unterhalb der Werte "1" oder "-1" sprachlich kaum oder überhaupt nicht richtig gedeutet werden können. Eine andere Frage ist nicht minder wichtig, nämlich die Frage nach der Wahrscheinlichkeit des Bestehens eines wechselbezogenen Zusammenhangs. Da es sich in der Praxis meist um geringzahlige Erhebungen handelt, spielt die Anzahl der Elemente, aus denen ein Korrelationskoeffizient abgeleitet wurde, eine große Rolle.

3.2.2. Ergebnisse der Korrelationstests

Bei unseren Patienten haben wir nach Ermittlung des Verteilungshistogrammes und seiner charakteristischer Werte (arithmetisches Mittel, Standardabweichung) das Kollektiv in drei Gruppen unterteilt, nämlich den Anteil unserer Patienten, die in dem zentralen Bereich (Mittelwert $\pm$ Standardabweichung) gelegen sind, die Patienten, die oberhalb dieses Bereiches, und die, die unterhalb dieses Bereiches jeweils ihre subjektive Horizontallage auf dem Kardanischen Lagerungstisch empfanden. Weiterhin wurde als vierte Gruppe das Gesamtkollektiv zum Vergleich herangezogen.

3.2.2.1. Schwindelsymptome

Spearman'sche Rangkorrelationskoeffizienten haben wir bei diesen Patienten hinsichtlich der sechs qualitativen Schwindelsymptome (Unsicherheit, Drehschwindel, Schwankschwindel,

Schwarz-werden-vor-den-Augen, Fallneigung und Liftgefühl) berechnet. Die Spearman'sche Korrelationsmatrix weist sehr hohe Maße der Übereinstimmung beim Vergleich aller vier Kollektive auf. So bewegen sich die Werte zwischen 0.77 zwischen Normallagerig und Unterlagerig bishin zu 1.0 für Unterlagerig/Überlagerig, Gesamtkollektiv/Unterlagerig und Gesamtkollektiv/Überlagerig. Sowohl nach Gillford als auch nach Chaddock handelt es sich hier um hohe bis sehr hohe Zusammenhänge zwischen den Kollektiven. Wir können also feststellen, daß die qualitative Symptomatik Unsicherheit, Schwankschwindel bishin zum Liftgefühl bei allen drei Gruppen gleichmäßig verteilt ist.

Tab. 1:
Korrelation der Rangfolge der sechs Schwindelsymptome bei vier Patientengruppierungen (512 Patienten)

r = Spearman'scher Rangkorrelationskoeffizient
n = Zahl der verglichenen Schwindelsymptome
z = "Validität"

	Gesamtkoll.	Normallagerig	Unterlagerig	Überlagerig
Gesamtkollektiv	r = 1.0	r = 0.83	r = 1.0	r = 1.0
Normallagerig	n = 6 z = 1.85	r = 1.0	r = 0.77	r = 0.83
Unterlagerig	n = 6	n = 6 z = 1.72	r = 1.0	r = 1.0
Überlagerig	n = 6	n = 6 z = 1.85	n = 6	r = 1.0

Tab. 2:

Korrelation der sechs Fallneigungsmöglichkeiten nach ihrer Rangfolge bei vier Patientengruppierungen (512 Patienten)

r = Spearman'scher Rangkorrelationskoeffizient
n = Zahl der verglichenen Fallneigungsmöglichkeiten
z = "Validität"

	Gesamtkoll.	Normallagerig	Unterlagerig	Überlagerig
Gesamtkollektiv	r = 1.0	r = 0.83	r = 0.94	r = 0.83
Normallagerig	n = 6 z = 1.85	r = 1.0	r = 0.94	r = 0.54
Unterlagerig	n = 6 z = 2.11	n = 6 z = 2.11	r = 1.0	r = 0.71
Überlagerig	n = 6 z = 1.85	n = 6 z = 1.21	n = 6 z = 1.60	r = 1.0

Tab. 3:

Korrelation der Rangfolge von acht Zeitintervallen nach einem Schädeltrauma bei vier Patientengruppierungen (512 Patienten)

r = Spearman'scher Rangkorrelationskoeffizient
n = Zahl der verglichenen Zeitintervallen nach einem Schädeltrauma
z = "Validität"

	Gesamtkoll.	Normallagerig	Unterlagerig	Überlagerig
Gesamtkollektiv	r = 1.0	r = 0.93	r = 0.81	r = 0.93
Normallagerig	n = 8 z = 2.46	r = 1.0	r = 0.67	r = 0.86
Unterlagerig	n = 8 z = 2.14	n = 8 z = 1.76	r = 1.0	r = 0.90
Überlagerig	n = 8 z = 2.46	n = 8 z = 2.27	n = 8 z = 2.39	r = 1.0

3.2.2.2. Angabe der Fallneigung

Als nächste Merkmale haben wir die Angabe "Fallneigung" differenziert und die Patienten exploriert hinsichtlich der subjektiven Falltendenz nach links, nach rechts, beidseits, sonstige Richtungen, nach vorn und nach hinten. Die Häufigkeit dieser Angaben haben wir wiederum getrennt angeordnet für das Gesamtkollektiv, das normallagerige, das unterlagerige und das überlagerige Kollektiv. Wie die Tabelle Nr. 2 ausweist, müssen wir wiederum feststellen, daß bis auf einen Wert, nämlich den Vergleich zwischen den überlagerigen und den normallagerigen Patienten, wo wir ein r_s von 0.54 erzielen, alle anderen Werte zwischen 0.71 und 0.94 gelegen sind. Nur in diesem einen Fall, der Gruppe der Überlagerigen verglichen mit der Gruppe der Normallagerigen, haben wir es mit einer mäßigen Korrelation nach Gillford, bzw. einer deutlichen Korrelation nach Chaddock zu tun, während die übrigen Korrelationen als hohe, bzw. als geradezu enge Korrelationen bezeichnet werden müssen.

3.2.2.3. Zeitlicher Abstand vom Schädeltrauma

In der nächsten Tabelle Nr. 3 haben wir den zeitlichen Abstand von einem vorangegangenen Schädeltrauma bei den vier Patientengruppierungen als Spaltenfaktor gewählt. Dabei stellen wir wiederum fest, daß wir, bis auf einen Wert von 0.67 bei Normallagerig und Unterlagerig, sehr hohe Korrelationswerte zwischen 0.81 und 0.93 erhalten.

Tab. 4:

Korrelation der Rangfolge von zehn neurologischen Leiden bei vier Patientengruppierungen (512 Patienten)

r = Spearman'scher Rangkorrelationskoeffizient
n = Zahl der verglichenen neurologischen Leiden
z = "Validität"

	Gesamtkoll.	Normallagerig	Unterlagerig	Überlagerig
Gesamtkollektiv	r = 1.0	r = 0.82	r = 0.73	r = 0.67
Normallagerig	n = 10 z = 2.45	r = 1.0	r = 0.43	r = 0.54
Unterlagerig	n = 10 z = 2.20	n = 10 z = 1.29	r = 1.0	r = 0.47
Überlagerig	n = 10 z = 2.02	n = 10 z = 1.62	n = 10 z = 1.40	r = 1.0

Tab. 5:

Korrelation der Rangfolge von acht otologischen Leiden bei vier Patientengruppierungen (512 Patienten)

r = Spearman'scher Rangkorrelationskoeffizient
n = Zahl der verglichenen otologischen Leiden
z = "Validität"

	Gesamtkoll.	Normallagerig	Unterlagerig	Überlagerig
Gesamtkollektiv	r = 1.0	r = 1.0	r = 0.83	r = 0.90
Normallagerig	n = 8	r = 1.0	r = 0.83	r = 0.90
Unterlagerig	n = 8 z = 2.20	n = 8 z = 2.20	r = 1.0	r = 0.93
Überlagerig	n = 8 z = 2.39	n = 8 z = 2.39	n = 8 z = 2.46	r = 1.0

Tab. 6:
Korrelation der Rangfolge von neun neurootologischen Differentialdiagnosen bei vier Patientengruppierungen (512 Patienten)

r = Spearman'scher Rangkorrelationskoeffizient
n = Zahl der verglichenen neurootologischen Differentialdiagnosen
z = "Validität"

	Gesamtkoll.	Normallagerig	Unterlagerig	Überlagerig
Gesamtkollektiv	r = 1.0	r = 1.0	r = 0.95	r = 0.83
Normallagerig	n = 9 z = 2.83	r = 1.0	r = 0.95	r = 0.83
Unterlagerig	n = 9 z = 2.69	n = 9 z = 2.69	r = 1.0	r = 0.88
Überlagerig	n = 9 z = 2.36	n = 9 z = 2.36	n = 9 z = 2.50	r = 1.0

3.2.2.4. Neurologische Leiden

Wählen wir daneben die Häufigkeit der verschiedenen neurologischen Leiden (Tabelle Nr. 4) wie Schädelbasisfraktur, Multiple Sklerose, Akustikustumor, Arteria Basilaris Insuffizienz, Arteria Vertebralis Insuffizienz, sonstige Hirntumoren, Tumoren der hinteren Schädelgrube, Syringobulbi, Hydrozephalus und neurologische Leiden ohne nähere Angabe als Ordnungsfaktor für die Spalten, dann erhalten wir gegenüber den vorangegangenen Verteilungen eine größere Differenzierung. Im Vergleich von Normallagerigen zu Unterlagerigen erhalten wir ein r_s von 0.43 und im Vergleich von Unterlagerigen zu Überlagerigen ein r_s = 0.47. Im Vergleich von Normallagerigen zu Überlagerigen ein solches von 0.54 und von Gesamtkollektiv zu Überlagerig ein r_s von 0.67. All diese Werte werden von Gillford als Ausdruck einer mäßigen Korrelation angesehen. Hinsichtlich dieser Parameter muß nur ein lockerer Zusammenhang angenommen werden, so daß hier die Gruppen getrennt sind, wo hingegen Gesamtkollektiv zu Normallagerig, Gesamtkollektiv zu Unterla-

gerig Werte über 0.73 angeben, was wir als hohe Korrelation betrachten müssen.

3.2.2.5. Otologische Leiden

Wählen wir die otologischen Leiden (Tabelle Nr. 5), nämlich rhinogene Erkrankungen, Morbus Meniere, Otitis media chronica, Akustikusneurinom, Felsenbeinfraktur, Otosklerose, Virusinfekt des Innenohres und Neuronopathia nervi vestibularis als Spaltenordnungsfaktoren, so erhalten wir für den Zusammenhang zwischen den vier Kollektiven außerordentlich hohe Werte zwischen 0.83 und 1.00. Daraus kann gefolgert werden, daß die otologischen Leiden relativ gleichmäßig auf die vier Kollektive verteilt sind.

3.2.2.6. Neurootologische Diagnosen

Verwenden wir nun die neurootologischen Diagnosen (Tabelle Nr. 6); zentrale vestibulookuläre Störung, periphere vestibulookuläre Störung, kombinierte periphere und zentrale vestibulookuläre Störung, vestibulo-spinale Störung, zentrale vestibulospinale Störung, kombinierte zentrale und periphere vestibulospinale Störung, Störung objektivierbar ohne nähere Angaben und Normalbefund als Ordnungsfaktoren für die Spalten, so erhalten wir wiederum ein sehr hohes r_s-Maß zwischen 0.83 und 1.00. Dies zeigt nach Gillford an, daß es sich um eine hohe bis sehr hohe Korrelation und nach Chaddock um einen geradezu engen bis sehr hohen Zusammenhang handelt. Diese neurootologischen Diagnosen sind nicht geeignet, die Kollektive voneinander abzutrennen.

Tab. 7:
Korrelation der Rangfolge der aufgetretenen Spontannystagmen nach ihrer Häufigkeit bei vier Patientengruppierungen (511 Patienten)

r = Spearman'scher Rangkorrelationskoeffizient
n = Zahl der verglichenen Spontannystagmusmuster
z = "Validität"

	Gesamtkoll.	Normallagerig	Unterlagerig	Überlagerig
Gesamtkollektiv	r = 1.0	r = 1.0	r = 0.91	r = 0.97
Normallagerig	n = 11 z = 3.16	r = 1.0	r = 0.91	r = 0.97
Unterlagerig	n = 11 z = 2.87	n = 11 z = 2.87	r = 1.0	r = 0.94
Überlagerig	n = 11 z = 3.08	n = 11 z = 3.08	n = 11 z = 2.96	r = 1.0

3.2.2.7. Spontannystagmus

Verwenden wir die Muster des trinär codierten Spontannystagmus, bei dem für seine Kodierung die Lage in den einzelnen Quadranten verwendet wird, ob er rechtsschlägig oder linksschlägig ist, seine Intensität, ob sie im kalorischen Hemmungsbereich, im kalorischen Normalbereich oder kalorischen Enthemmungsbereich liegt, als Spaltenordnungsfaktoren, so müssen wir wiederum feststellen, daß sich die Korrelationskoeffizienten für das Gesamtkollektiv, das Kollektiv der Normallagerigen, der Unterlagerigen und der Überlagerigen zwischen 0.91 und 1.0 bewegen (Tabelle Nr. 7). Das ist nach Gillford wie nach Chaddock eine sehr hohe Korrelation. Dieser Parameter ist nicht geeignet, die Kollektive voneinander zu unterscheiden.

Tab. 8:

Korrelation der Rangfolge der aufgetretenen Schmetterlingsmuster nach ihrer Häufigkeit bei vier Patientengruppierungen (449 Patienten)

r = Spearman'scher Rangkorrelationskoeffizient
n = Zahl der verglichenen Schmetterlingsmuster
z = "Validität"

	Gesamtkoll.	Normallagerig	Unterlagerig	Überlagerig
Gesamtkollektiv	r = 1.0	r = 0.99	r = 0.43	r = 0.71
Normallagerig	n = 22 z = 4.54	r = 1.0	r = 0.36	r = 0.70
Unterlagerig	n = 21 z = 1.93	n = 21 z = 1.59	r = 1.0	r_1 = 0.40 r_2 = 0.07
Überlagerig	n = 22 z = 3.24	n = 22 z = 3.22	n_1 = 11 n_2 = 32 z_1 = 0.40 z_2 = 0.37	r = 1.0

Tab. 9:

Korrelation der Rangfolge der aufgetretenen RIDT - Muster nach ihrer Häufigkeit bei vier Patientengruppierungen (338 Patienten)

r = Spearman'scher Rangkorrelationskoeffizient
n = Zahl der verglichenen RIDT - Muster
z = "Validität"

	Gesamtkoll.	Normallagerig	Unterlagerig	Überlagerig
Gesamtkollektiv	r = 1.0	r = 1.0	r = 0.90	r = 0.81
Normallagerig	n = 16	r = 1.0	r = 0.90	r = 0.80
Unterlagerig	n = 16 z = 3.50	n = 16 z = 3.50	r = 1.0	r_1 = 0.40 r_2 = 0.04
Überlagerig	n = 12 z = 2.69	n = 12 z = 2.64	n_1 = 4 n_2 = 24 z_1 = 0.69 z_2 = 0.21	r = 1.0

3.2.2.8. Schmetterlingsmuster

Verwenden wir bei 449 von unseren 512 Patienten die 21 häufigsten Schmetterlingsmuster, die nach NODEC I häufiger als bei einem Prozent des Patientenmaterials zu beobachten sind, als Ordnungsfaktoren der Spalten, so finden wir Rangkorrelationskoeffizienten von 0.36 für den Vergleich des Kollektivs der Normallagerigen mit den Unterlagerigen, 0.40 für den Vergleich des Kollektivs der Unterlagerigen mit den Überlagerigen, und verwendet man alle 32 beobachteten Schmetterlingsmuster, sogar nur 0.07 als Rangkorrelationskoeffizient zur Beschreibung des Zusammenhanges zwischen den zwei genannten Kollektiven (Tabelle Nr. 8). Nach Gillford haben wir hier also eine Reihe von Befunden, die wir als niedere Korrelation, bzw. den einen Befund bei 32 Schmetterlingsmustern als schwache Korrelation bezeichnen müssen. Nach Chaddock haben wir einen mäßigen Zusammenhang für den Vergleich der Normallagerigen mit den Unterlagerigen, bzw. der Unterlagerigen mit den Überlagerigen und des Gesamtkollektivs mit den Unterlagerigen. Damit sind die differenzierten Schmetterlingsmuster erstmals in der Lage, die einzelnen Kollektive voneinander abzuheben. Berechnet man allerdings die Abhängigkeit des Stichprobenumfanges zu den Werten, so muß besonders die Aussagefähigkeit des Korrelationskoeffizienten zwischen Unterlagerig und Überlagerig mit z-Werten von 0.40 und 0.37 in Frage gezogen werden. Bei den übrigen Werten handelt es sich um Aussagen, die im Bereich einer 95 %igen bis 98 %igen Aussagewahrscheinlichkeit liegen.

3.2.2.9. Rotatorischer Intensitätsdämpfungstest

Verwendet man die trinären synoptischen Muster des biauralen rotatorischen Intensitätsdämpfungstests, der einen perrotatorischen mit einem postrotatorischen Dämpfungstest kombiniert, so erhalten wir wesentlich höhere Korrelationskoeffizienten

für den Vergleich der einzelnen Kollektive untereinander (Tabelle Nr. 9). Die Werte schwanken zwischen 0.80 Normallagerig zu Überlagerig und 1.0 Gesamtkollektiv zu Normallagerig mit einer Ausnahme, nämlich Unterlagerig zu Überlagerig von 0.04 bei 24 RIDT-Mustern und 0.40 bei vier Mustern. Die statistische Betrachtung der Wahrscheinlichkeit läßt wiederum für diese beiden Korrelationswerte mit z-Werten von 0.69 bzw. 0.21 zu wünschen übrig. Das hohe Maß der Übereinstimmung der Kollektive untereinander bei hinreichender statistischer Wahrscheinlichkeit zeigt, daß dieser Test nicht sehr geeignet ist zwischen den einzelnen Lagetypen zu unterscheiden.

3.2.2.10. Craniocorporographie

Ziehen wir nun den Tretversuch mit objektiver Kopf-Schulterbewegungsaufzeichnung in der Craniocorporographie und Auswertung der Craniocorporographiemuster in einem trinären Schlüssel als Spaltenordnungsfaktor heran (Tabelle Nr. 10), so erzielen wir Korrelationskoeffizienten zwischen 0.59 und 1.0, wobei der Wert 0.59 für 16 CCG-Muster im Vergleich von Unterlagerig zu Überlagerig gewonnen wurde. Der größte Zusammenhang besteht zwischen dem Gesamtkollektiv und den Normallagerigen, nämlich 1.0. Dazwischen liegen aber Korrelationswerte von 0.72 für den Vergleich zwischen Gesamtkollektiv zu den Unterlagerigen, Normallagerigen zu den Unterlagerigen und Normallagerigen zu den Überlagerigen. Das Gesamtkollektiv zu den Überlagerigen weist einen Wert von 0.75 auf. Diese Korrelationskoeffizienten müssen als hohe Korrelationskoeffizienten bezeichnet werden, wo hingegen 0.96 für Unterlagerig/Überlagerig und Gesamtkollektiv zu Normallagerig als sehr hohe Korrelationskoeffizienten angesehen werden. Die z-Werte weisen aus, daß es sich um ein statistisch ausreichend abgesichertes Material handelt, um mit einer befriedigenden Zuverlässigkeit dieser Korrelationskoeffizienten die 485 Patienten zu beschreiben.

Tab. 10:

Korrelation der Rangfolge der aufgetretenen CCG-Muster nach ihrer Häufigkeit bei vier Patientengruppierungen (485 Patienten)

r = Spearman'scher Rangkorrelationskoeffizient

n = Zahl der verglichenen CCG-Muster

z = "Validität"

	Gesamtkoll.	Normallagerig	Unterlagerig	Überlagerig
Gesamtkollektiv	r = 1.0	r = 1.0	r = 0.72	r = 0.75
Normallagerig	n = 13	r = 1.0	r = 0.72	r = 0.72
Unterlagerig	n = 13 z = 2.49	n = 13 z = 2.49	r = 1.0	r_1 = 0.96 r_2 = 0.59
Überlagerig	n = 13 z = 2.59	n = 13 z = 2.46	n_1 = 10 n_2 = 16 z_1 = 2.89 z_2 = 2.29	r = 1.0

3.2.3. Zusammenfassung und Bewertung der Ergebnisse

Wir haben den Spearman'schen Rangkorrelationskoeffizient als Ausdruck der Beziehungsgesamtheit von mehreren Maßen zu einander verwendet. Zuvor hatten wir unsere Verteilung entsprechend dem Verteilungsmuster (Mittelwert $\pm$ Standardabweichung) in die verschiedenen Gruppen gespalten. Es zeigt sich, daß die unterschiedlichen Gruppen für die meisten der Prüfungsparameter sehr hoch miteinander korrelieren. Seien es die Spontannystagmen, bei denen ausschließlich sehr enge oder bzw. sehr hohe Korrelationskoeffizienten zu finden sind, seien es die neurootologischen Differentialdiagnosen, seien es die otologischen Leiden, seien es die subjektiven Schwindelangaben. Eine sehr starke Differenzierung der drei bzw. vier Lagetypen wird mittels des monoauralen kalorischen Schmetterlingsmusters erzielt. Die binauralen vestibulo-okulären Tests, dargestellt durch die Kennlinie des RIDT, führen nur eine geringe Differenzierung herbei, eine etwas stärkere Differenzierung bringt der vestibulo-spinale Test, das Craniocorpogramm.

Von den subjektiven Symptomen her, erfolgt eine Differenzierung zwischen den Lagerungstypen von den neurologischen Leiden her und bis zu einem gewissen Grade auch von den Fallneigungstypen her. Hier ist auffällig, daß sich besonders Normallagerige von Überlagerigen abheben.

IV. DISKUSSION

4.1. Orientierung im Vestibularsystem

Jeder Körper ist bei Veränderung seiner Lage aus einer gleichmäßigen Bewegung in eine andere gemäß der Newton'schen Prinzipien der Mechanik einer der beschleunigenden Kraft entgegengerichteten Kraft unterworfen - der Trägheit seiner Masse. Die beschleunigende Kraft kann parallel der gleichmäßigen Bewegung des Körpers erfolgen, es resultiert dann eine lineare Beschleunigung, etwa die Gravitation, oder in einem Winkel zur erwähnten gleichmäßigen Bewegung angreifen, dann erfolgt eine zentripetale Beschleunigung, die Massenträgheit wirkt zentrifugal (HAMMER). Eine Differenzierung zwischen den Wirkungen dieser beiden Kräfte ist nicht möglich, lediglich Unterschiede ihrer Richtung, Größe und Dauer können registriert werden.
Die menschlichen Sensoren für Beschleunigungskräfte sind der Utrikulus, Sacculus und die Bogengänge, alle arbeiten nach dem Prinzip der Massenträgheit. Es hat sich heute die Anschauung durchgesetzt, daß für den Fall einer Winkelbeschleunigung die Bogengänge, für den Fall jeder anderen Beschleunigung Utriculus und Sacculus die Sensoren darstellen (MACH, BREUER, JONGKEES). Für das Verständnis der Lagewahrnehmung ist der funktionelle Aufbau des Vestibularapparates und seine neurologische Verschaltung von Bedeutung.

Sacculus und Utriculus befinden sich im Vestibulum, einer kleinen, knöchernen, vom perilymphatischen Gewebe und Perilymphe angefüllten ca. 5 mm im Durchmesser großen Höhle. Beide gehören, wie die Bogengänge und der Ductus cochlearis, dem geschlossenen System des häutigen Labyrinths an. Untereinander sind sie durch den Canalis utriculo-saccularis, mit dem Ductus cochlearis durch den Ductus reuniens verbunden. Ihre dünne Wand besteht aus einer bin-

degewebigen Membrana propria und einem einschichtigen Epithelbelag. Der Utriculus, ca. 5 mm lang und röhrenförmig, liegt hauptsächlich im oberen und hinteren Abschnitt sowie dem Recessus ellipticus. Er ist von oben nach hinten-unten eingestellt. Der Sacculus, von abgeplatteter, rundlicher Form, ist vertikal ausgerichtet und befindet sich unterhalb im Recessus sphäricus.

Die Maculae der Otolithenorgane sind von ovaler Gestalt. Die Achsen betragen im Utrikulus 2,8/2,1 mm und die Fläche 4,2 mm^2, beim Sacculus 2,2/1,1 mm und 2,2 mm^2. Der größte Teil der Macula utriculi am Boden des Utriculus ist zur Schädelbasis annähernd parallel eingestellt. Nach Angaben von QUIX und CORVERA bildet er jedoch bei normaler Körperhaltung einen Winkel von 30^o mit der Horizontalen. An dessen vorderen Ende befindet sich eine schmale Zone, die scharf nach oben umknickt. Die Macula sacculi ist an der medialen Wand des Sacculus gelegen und nimmt eine vertikale Position ein. Daraus ergibt sich, daß folgende Ebenen des Raumes bestimmt werden: In etwa die Horizontale, durch den Großteil der Macula utriculi, in etwa die Frontale, durch den kleineren Anteil der Macula utriculi, und die von frontal und lateral nach dorsal zur Gegenseite vertikal verlaufende Ebene der Macula sacculi (BENNINGHOF-GÖRDELER, LANG, ESTELRRICH).

Die Maculae enthalten zwei Typen von Haarzellen: Typ 1 ist eine flaschenartige Zellform, die vom Nervennetz umgeben ist; Typ 2 sind zylindrische Zellen ohne Nervennetz. Beide Zellarten tragen neben einer Gruppe von Stereozilien je ein bedeutend längeres Kinozilium. Die Zilien ragen in eine gelatinartige Masse, deren Dichte 2,7 gegenüber 1,02 der Endolymphe beträgt. Die Stereozilien sind hinter der Kinozilie in einer V-Form angeordnet. Auf diese Weise wird eine Auslenkung der Kinozilie in die Richtung des V begünstigt, da eine rückwärtige Bewegung eine Stauchung der Sinneshaare ineinander bedeutet. Von Bedeutung ist die Aus-

richtung der Kinozilien in der Macula utriculi auf eine nicht-lineare Funktionslinie hin, während sie in der Macula sacculi von dieser Funktionslinie wegschauen. Eine tangentiale Auslenkung in Richtung des Kinocilium der Sinneshaare führt zu einer Steigerung der vom Rezeptor abgegebenen Impulsrate, eine Scherung in entgegengesetzter Richtung bewirkt eine Reduzierung der Impulse.

Die drei knöchernen Bogengänge, die die Winkelbeschleunigungssensoren - die Canales semicirculares membranaceae aufnehmen - stehen über 5 Öffnungen mit dem hinteren Anteil des Vestibulums in Verbindung. Sie haben einen Durchmesser von ca. 8 bis 10 mm und sind im nicht-ampulären Anteil etwa 1 mm weit. Ein feines Endost kleidet sie aus. Sie stellen den Perilymphraum dar, in dem das membranöse Labyrinth gleichsam schwimmt. Die Bogengänge sind so angeordnet, daß alle Raumebenen durch sie bestimmt werden: Der vordere Bogengang steht senkrecht zur Längsachse des Felsenbeins, der hintere Bogengang parallel zu ihr. Beide liegen in den Vertikalebenen, zueinander im rechten Winkel, gegenüber der Mediansagittalen bilden sie einen Winkel von 45°. Aus dieser Anordnung leitet sich ein Zusammenwirken jeweils des einen hinteren mit dem kontralateralen vorderen Bogengang ab bei der Registrierung von Veränderungen in den Vertikalebenen. Die Horizontalebene wird vom seitlichen Bogengang erfaßt, dieser ist ihr gegenüber jedoch um 30° verkippt. Unmittelbar vor dem Eintritt ins Vestibulum erweitern sich die Bogengänge zu Ampullen.

Die drei Canales semicirculares membranaceae folgen in ihrer Anordnung den knöchernen Bogengängen. An seinem Ende besitzt jeder Gang eine Ampulle. Hier sitzt auf einer verdickten Lamina propria die Crista ampullaris, eine Leiste mit dem Sinnesepithel. Histologisch und im Hinblick auf die Rezeptorzellen mit ihren Kinozilien und Stereozilien bestehen starke Ähnlichkeiten mit den Maculae des Sacculus und Utriculus. Im seitlichen Bogengang sind

die Kinozilien in Richtung des Utriculus ausgerichtet; demzufolge bedeutet eine Endolymphströmung, die sie auf den Utriculus zu auslenkt, eine Erhöhung der Zahl der "trains of spikes", eine kanalwärts gerichtete Strömung bedeutet das Gegenteil. In den vertikalen Bogengängen ist die Ausrichtung genau umgekehrt.

Die Neuroanatomie des Gleichgewichtsorgans zeigt eine zahlreich vermaschte, komplizierte Struktur. Fasern aus dem horizontalen und dem vorderen Bogengang sowie von der Macula utriculi bilden den oberen Ast des Nervus vestibularis, den Nervus utriculoampularis bzw. Nervus vestibularis superior, die Fasern aus dem hinteren Bogengang und der Macula sacculi den unteren Ast des Nervus vestibularis, den Nervus vestibularis inferior. Beide verbindet der Ramus Voit. Der kleine Ramus Hardy führt vom Cochlearis zum Sacculus. Auch zwischen dem aus seinem oberen und unteren Ast gebildeten N. vestibularis und dem N. cochlearis besteht eine Verbindung, der Ramus Oort. Im inneren Gehörgang liegen die bipolaren Ganglienzellen des Ganglion vestibulare, deren zentrale Neuriten zu den Nuclei vestibulares am Boden der Rautengrube führen. Auf diesem Weg zweigen sie sich auf in ein aszendierendes Bündel, das die Nuclei vestibulares superiores und medialis anstrebt, und ein deszendierendes Bündel, das zu den Nuclei vestibulares inferior und lateralis läuft. Daneben gibt es direkte Fasern, vor allem aus den Bogengängen zum Kleinhirn.

Die vier Vestibularkerne haben Verbindung zum Cerebellum, zum Fasciculus longitudinalis medialis, zur Medulla spinalis und dem Lemniscus lateralis. Der Nucleus lateralis empfängt Fasern aus der Macula utriculi, die Nuclei medialis und superior aus den Cristae der Bogengänge, der Nucleus vestibularis inferior von den Bogengängen und der Macula sacculi.

Über den Tractus vestibulo-cerebellaris besteht Verbindung vor

allem von den Nuclei medialis, inferior und superior sowie über direkte Kollateralen aus dem Nervus vestibularis zu den Kleinhirndachkernen Nuclei fastigii sowie zum Flocculus, Nodulus, Uvula. Von hier gibt es Verbindungen zu den Kleinhirnkernen Nucleus globosus und Nucleus emboliformis sowie zu den Motoneuronen. Gekreuzte rückläufige Verbindung von Nodulus, Flocculus, den Nuclei fastigii sowie der vorderen und hinteren Wurmregion zu allen Vestibularkernen bildet der Tractus cerebello-vestibularis.

Bei Störungen im Bereich des Nodulus, Floculus und Uvula kommt es zur Falltendenz, unsicherem Stand sowie Nystagmus. Der Kleinhirnwurm kontrolliert wahrscheinlich die Stellung, den Tonus und die Lokomotion des ganzen Körpers. Die intermediäre Kleinhirnrindenregion dient der Lagebestimmung und Bewegung gleichseitiger Extremitäten.

Verbindungen zur Medulla spinalis bestehen vor allem über den Nucleus vestibularis lateralis (DEITER). Sie ziehen als Tractus vestibulospinalis lateralis zu den Alpha- und Gammaneuronen sowie an die Vorderhornzellen. Die Fasern des Tractus vestibulospinalis medialis stammen aus den Nuclei medialis, lateralis und inferior. Sie enden in der Umgebung der Vorderhornzellen. Die Aufgabe dieser Verknüpfung besteht in der Regulation des Tonus vor allem der genuinen Nacken- und Rückenmuskulatur.

Die Augenmuskelkerne sind über rostralwärts im Fasciculus longitudinalis medialis ziehende Fasern der Vestibulariskerne angeschlossen. Die vestibuloakzessorische Schleife verläuft durch den unteren Teil des Fasciculus longitudinalis medialis von den Vestibulariskernen zu unteren Anteilen des Nucleus ambiguus. Dort entspringen die Fasern für die obere Wurzel des N. accessorius. Weitere rostral im Fasciculus longitudinalis medialis verlaufende Fasern aus den Vestibularkernen erreichen den Nucleus

ruber - womit der Gleichgewichtsapparat Anschluß an das extrapyramidale System gewinnt. Kaudalwärts ziehende Fasern erreichen im medialen Längsbündel die motorischen Vorderhornzellen des Cervikalmarks. Über das mediale Längsbündel nimmt der Vestibularapparat also Einfluß auf die Koordination der Augenmotorik, Spannungsrezeptoren der Augenmuskeln, Halsmuskeltonus und wird selbst durch Schallreize beeinflußt.

Es bestehen auch weiter Verknüpfungen zur Formatio retikularis. Über diese Vermittlung kann der Vestibularapparat ebenfalls auf den gesamten motorischen Apparat Einfluß nehmen.

Das primäre vestibuläre Rindenfeld liegt im Bereich der ersten somatosensiblen Projektion und ist so ein Teil der Area 2. Über deren zahlreiche Beziehungen zum motorischen Cortex und dem parietalen Feld kommt einerseits der Einfluß auf höhere Regelung der Körpermotorik zustande, andererseits die Möglichkeit der bewußten Raumorientierung, wo auch eine Vermischung mit den optischen Beiträgen zur Raumerfassung stattfindet.
Eine zweite kortikale Vestibularisprojektion befindet sich in den präzentralen motorischen Feldern (KORNHUBER).

4.2. Weitere Raumorientierungssysteme des Menschen

BISCHOF charakterisiert den vestibulären Beitrag am Wahrnehmungsgeschehen als die Kontrolle des absoluten Raumsystems. Dies geschieht, indem das Vestibularorgan zum einen die körperlich Lagewahrnehmung begründet, zum anderen die notwendigen Kompensationsgrößen zur Aufrechterhaltung der Konstanz des absoluten Raumes, insbesondere seiner Vorzugsrichtung, der Vertikalen, liefert. Es liegt in der Natur der Sache, daß eine so entscheidende Wahrnehmung wie die Raumerfassung nicht nur einem einzelnen Sinnessystem überlassen wird. Erst das Zusammenfließen und die Verrechnung der Informationen der verschiedenen Sinnenmodalitäten verschaffen uns

eine eindeutige Raumerfassung und Lagewahrnehmung, falls die einfließenden Informationen äquivalent sind. Sind sie es nicht, entsteht ein Datenkonflikt, der nach CLAUSSEN et al. Schwindelempfindung zur Folge hat.

In der Regel sind die Signale des vestibulären Systems adäquat bestimmten optischen Reizen. Umgekehrt lassen sich auch alle vestibulären Effekte durch bestimmte optische Reize auslösen. Da zwischen dem Auge und dem Vestibularorgan eine ortsfeste Beziehung besteht, ist anzunehmen, daß die Rückdrehung einer durch Kopfschräglage verdrehten retinalen Umweltabbildung durch vestibuläre Informationen direkt möglich ist. Das Aubert'sche Phänomen zeigt indessen, daß offenbar systembedingte Fehler einfließen.

Da die Hauptmasse des menschlichen Organismus im Körperstamm lokalisiert ist, sind für die Aufrechterhaltung des Gleichgewichtes in erster Linie Informationen über seine Lage von Bedeutung. Diese liefern primär die Rezeptoren des Stellungssinns, die in Gelenkkapseln, perikapsulären Geweben und Gelenkbändern lokalisiert sind. Da im Gravitationsfeld der Erde zur Sicherung der Körperhaltung ständig Muskelkräfte vonnöten sind, kann auch der Kraftsinn über seine Rezeptoren, die Sehnenspindeln, Informationen über die Körperlage- und Stellung beitragen.

Für die vom Menschen normalerweise eingenommene Haltung ist ein labiles Gleichgewicht kennzeichnend. Zu dessen Aufrechterhaltung ist es notwendig, daß die lotrechte Projektion des Körperschwerpunktes immer in die Unterstützungsfläche fällt. Die jeweilige Unterstützungsfläche zeigen die Rezeptoren des Drucksinns an. Ebenfalls können nach SCHÖNE und FISCHER Tasteindrücke eine entscheidende Rolle zur Lageerfassung beitragen.

Über eine Verrechnung mit den Stellungsrezeptoren des Halses

ist nach v.HOLST u. MITTELSTAEDT auch die Mitarbeit des Vestibulaorgans an der Erfassung der Lage des Körperstamms zu denken.

4.3. Äquilibriometrische Funktionsprüfungen zur objektiven und quantitativen Beschreibung der Raumerfassungsfähigkeit von Gesunden und Normalen

Bei der Erhebung des objektiven und quantitativen äqulibriometrischen Status mittels nystagmographischer Methoden, wird von dem neurophysiologischen Konzept eines nystagmusgenerierenden, zentralen Systems ausgegangen, "welches relativ labil ist und auch in Ruhe sowohl bei Kranken als auch bei Gesunden Spontannystagmen produziert" (CLAUSSEN et al.). Aus diesem Grunde ist vor jedem der Routine-Tests ein Leerversuch mit Aufzeichnung der Spontanaktivität notwendig. Der horizontale Nystagmus kann experimentell von den Rezeptoren der beiden lateralen Bogengängen ausgelöst werden, dabei bewirkt die Erregungsvermehrung in der Cupula einen ipsilateralen Nystagmus, eine Erregungsminderung einen kontralateralen Nystagmus. Die Beurteilung des nystagmusgenerierenden Systems nach seinem nystagmographischen Verhalten bei der Erzeugung des experimentellen Nystagmus legt die Hypothese zugrunde, daß das System auf einen wohldefinierten Reiz mit einem eindeutig zuordbaren Nystagmussignal antwortet. Es muß nun, um die Differenzierung "pathologische" oder "normal" treffen zu können, das vestibuläre Verhalten des "Durchschnittohres" (BARANY, WITTMAACK) bekannt sein. Die Aufstellung einer neurootologischen Datenbank NODEC I und NODEC II haben CLAUSSEN, AUST, VON LÜHMANN, ESTELRRICH, MÜLLER-KORTKAMP et al. durchgeführt. Die vorliegende Arbeit stützt sich bei der quantitativen Bewertung des Patientenkollektivs bei den neurootologischen Tests auf die erwähnte Datenbank.

Das nystagmographische Signal liefert eine Reihe von Parametern, wobei man davon ausgehen kann, daß sowohl die kalorische Reaktion

als auch die perrotatorische Reaktion zwar aufgrund verschiedener "Stimulusgestalten" (CLAUSSEN), ausgelöst wurden, aber doch an demselben Bogengangsrezeptor zu einer Erregungsveränderung führt. Von den verschiedenen repräsentativen Reaktionsparametern wie maximale Nystagmusschlagratendynamik, Kumulationslatenz, Dauer und Latenz des experimentellen Nystagmus, Geschwindigkeit der langsamen und schnellen Phase, Nachphänomene wurde der maximalen Nystagmusschlagratendynamik wegen der einfacheren Erfassung und quantitativen Auswertung der Vorzug gegeben.

Der kalorische Stimulus stellt einen monoauralen Test dar, die rotatorischen Prüfungen einen binauralen. Der rotatorische Stimulus wurde zum ersten im optimalen Empfindungsbereich, zum zweiten im supramaximalen Empfindungsbereich des vestibulären Systems gesetzt.

Die neurootologische Anamnese ist in erster Linie bemüht, den besonders in der deutschen Sprache vagen Begriff des Schwindels zu präzisieren und nach Möglichkeit quantitativen Untersuchungen zugänglich zu machen. Aus der Vielfalt der Schwindelbeschreibungen hat FRENZEL eine schematische diagnostische Reihenfolge herausgearbeitet. Diese hat sich zwar diagnostisch nicht bewährt, da die Patienten immer Mehrfachangaben machen, die sich nach FRENZEL widersprechen. Für die verbale Schwindelbeschreibung ist es aber brauchbar. Heute ist dieses Schema vielfach in einer modifizierten Form nach CLAUSSEN et al., erhärtet durch umfangreiche statistische Studien für die Datenerfassung in NODEC I oder komputerlesbar als NODEC II, gebräuchlich. Eine strengere morphologische Lokalisation nach den Schwindelqualitäten und Modalitäten wird heute allerdings von den meisten Autoren (SPIEGEL, SOMMER, HENRIKSSON, KORNHUBER, JONGKEES) abgelehnt. CLAUSSEN et al. vertreten immerhin die Ansicht, daß es sich bei Schwank- und Liftgefühl mehr um eine periphere Stö-

rung handelt, während das Schwarzwerden vor den Augen mehr auf eine zentrale Störung hinweist. Drehschwindel kann durch beides bedingt sein. Die vorliegende Arbeit stützt sich in der Auswerrung der neurootologischen Anamnese auf die statistische Aussagen von NODEC II.

CLAUSSEN fordert, daß ein vestibulospinaler Test eine getrennte differenzierte und quantitativ-reproduzierbare Beurteilung der Stellungs- und Bewegungsreflexe des gesamten Körpers, des Rumpfes und der Halsmuskulatur (Kopfes) ermöglicht. Nur so folgt der Test dem eingangs geschilderten neuroantomischen Bauplan, der einerseits eine Anpassung des Gesamtorganismus an die natürlichen Gegebenheiten erlaubt, andererseits eine topische Untergliederung zeigt.

Der von UNTERBERGER eingeführte Tretversuch in der von CLAUSSEN propagierten leicht durchführbaren und reproduzierbaren Aufzeichnung mittels der Craniocorpographie wird diesen Anforderungen gerecht. Darüber hinaus ist eine umfangreiche statistische Aufbereitung von Befunden verfügbar (NODEC I), auf welche sich die vorliegende Arbeit stützt.

Eine Raumlagesinnprüfung stellt den Probanden, wie von den meisten Autoren angegeben wird, vor die Aufgabe, seine im Bezug auf ein Kraftfeld eingenommene oder vorgegebene Körperlage zu bestimmen. Bei den meisten Tests ist die Lage des Kopfes entscheidend. So auch in dem in der vorliegenden Arbeit durchgeführten Versuch. Die hierbei von Patienten abgegebene Schätzung der eigenen Position bezieht sich direkt auf ein subjektives Raumkoordinatensystem. Eine andere Möglichkeit die Lagewahrnehmung bezüglich des subjektiven Koordinatensystems zu ermitteln, die den Vorteil hat quantitativ leichter erfaßbar zu sein, besteht in der Einstellung der subjektiven Vertikalen mittels eines Leuchtstriches bei Seitwärtsneigung oder der subjektiven Horizontalen bei Vornhintennei-

gungen der Versuchsperson.

DELAGE stellte mit seinem "Zapfenbrett" Untersuchungen über Lageempfindungen vornehmlich um eine waagrechte Transversalachse an. Dieses bestand aus einem um seine Querachse drehbaren, länglichen Brett, auf das die Versuchsperson gelagert wurde. Die Drehung geschah vermittels eines über eine Winde laufenden Strickes, die subjektive Lage wurde von der Versuchsperson angegeben. Er fand, man müsse um die Empfindung vertikal zu stehen auszulösen, um etwa 5° nach rückwärts geneigt sein. Bei Zunahme des Neigungswinkels meine man zunächst weniger geneigt zu sein, als es wirklich der Fall ist, zwischen 50° und 60° lägen die Angaben ziemlich richtig, bei weiterer Neigung tritt eine Überschätzung des Lagerungswinkels auf, bei 120° meine die Versuchsperson bereits auf dem Kopf zu stehen. NAGEL und AUBERT fanden im wesentlichen dieselben Ergenisse. GRAHE gibt bei einer Lage von 90° die subjektive Lage von 80° an. Im übrigen werden auch bei ihm, sowohl bei Kippung um eine sagittale wie tranversale Achse, kleine Neigungen unterschätzt, größere überschätzt. AUBERT leitete aus dem nach ihm benannten Aubert'schen Phänomen (A-Phänomen), sein Kontrastgesetz, wonach man glaubt eine bestimmte Neigung im Raum eher erreicht zu haben, als es in Wirklichkeit der Fall ist. MÜLLER formulierte das Gegenteilige, nach ihm benannte Müller- oder E-Phänomen, nachdem kleine Neigungswinkel durch die Versuchsperson überschätzt werden. Die erwähnten Phänomene wurden bei einer Kippung um eine Transversalachse entdeckt und überwiegend über die optische Konstanzerhaltung einer vertikalen Leuchtlinie erfaßt. Alle Autoren, insbesondere FISCHER weisen auf die Bedeutung der Vorgeschichte, der Neigung auf die Einstellung der subjektiven optischen Vertikalen hin.

SCHÖNE, der die Einstellung der subjektiven Horizontalen mittels

einer Leuchtlinie bei Vornhintenneigung unter Einwirkung modifizierter, durch eine Zentrifuge erzeugter Kraftfelder untersuchte, nennt die Abweichungen zwischen dem objektiven und dem wahrgenommenen Neigungswinkel in Analogie zum A-E-Phänomen G-Phänomen. Er erklärt es als einen Eichvorgang, bei dem die Kennlinie der subjektiven Neigung, die in ihrer Form vom Statolithenapparat abhängt und nur im Bereich der Normallage der Scherung der Kinozilien des Utrikulus proportional ist, einem bestimmten Bereich der Körperneigung angepaßt wird. Wenn die Anpassung für kleine Neigungen gut ist, so tritt bei großer Körperneigung ein großes A-Phänomen auf, ist die Anpassung für große Neigungswinkel gut, so beobachtet man für kleine Winkel ein E-Phänomen. Eine Erklärung der A-E-Phänomene durch die Gegenrollung der Augen wurde bereits durch FISCHER abgelehnt. Nach Untersuchungen mit durch Zentrifugen erzeugten verschieden starken Kraftfeldern und Analogieschlüssen aus der vergleichenden Physiologie glaubt SCHÖNE, daß der Utriculus für die Raumlageerfassung im Bereich der Normallage entscheidend ist. Für von dieser Lage erheblich abweichende Situationen übernimmt der kinästhetische Sinn die entscheidende Funktion. Dessen Adaptation ist auch für die Hysteresephänomene, das heißt, für den zeitlichen Ablauf der Wahrnehmung der subjektiven Lageempfindung sowie für den Einfluß der Vorgeschichte der Neigung verantwortlich. Untersuchungen von LECHNER-STEINLEITNER, CLARK und GRAYBIEL weisen in dieselbe Richtung. Von ORMSBY und YOUNG wird jedoch aufgrund mathematischer Überlegungen eine nichtlineare Verarbeitung von Informationen aus dem Sacculus und Utriculus angenommen. In unserem Lagerungsexperiment wurden die Patienten unmittelbar aus der vertikalen Normalhaltung in die von ihnen angegebene Horizontallage gebracht. Der zeitliche Ablauf der Wahrnehmung wurde nicht aufgezeichnet. Auffällig ist, daß der in dieser Arbeit statistisch gut abgesicherte Wert von ca. 15° subjektive Horizontallage etwa der Hälfte des Winkels entspricht, die die Utriculusmacula bei Normalhaltung nach Angaben von CORVERA et al. mit der Horizontalebene bildet.

4.4. Beziehungen zwischen dem Bogengangsystem und dem Otolithensystem

Die klassische Theorie über die Funktionen des Vestibularsystems nach MACH und BREUER betrachtet das Bogengangsystem und das Otolithensystem als zwei getrennte Rezeptorensysteme für zwei verschiedenartige Beschleunigungsarten, nämlich die lineare und die Winkelbeschleunigung. Neuere Untersuchungen zeigen jedoch zwingend, daß zwischen den beiden Rezeptorsystemen oder zumindest in der Verarbeitung der von ihnen gelieferten Informationen eine engere Beziehung besteht. BENSON, BODIN und GUEDRY fanden, daß der postrotatorische Nystagmus in seiner Dauer davon abhängig ist, ob die Drehung in einer vertikalen oder horizontalen Ebene erfolgte, in der ersteren war die Dauer deutlich kürzer. GUEDRY erklärte diese Suppression des Nystagmus als einen Informationskonflikt zwischen den Bogengängen und Otolithensystem. Von LANSBERG wurde ebenfalls ein Einfluß der Otolithen sowohl auf die Dauer als auch auf die Richtung des postrotatorischen Nystagmus angegeben. Ein permanenter perrotatorischer Nystagmus bei Drehung in einer vertikalen Ebene konnte aufgrund von Durchtrennungsversuchen von JANEKE an Kaninchen als von den Otolithen ausgelöst betrachtet werden. FLUUR wies den Einfluß der Otolithen auf den Spontannystagmus durch Lagerungsversuche bei Patienten mit einer akuten Neuritis vestibularis. SCHÖNE präzisierte seine eigenen Ergebnisse nach Untersuchungen mit der sogenannten Bratspießdrehung:
Der Bogenapparat nimmt Einfluß auf Reaktionen, die gewöhnlich dem Otolithenapparat zugeschrieben werden (die Bestimmung der optischen Vertikalen); der Otolithenapparat hat Einfluß auf Reaktionen, die gewöhnlich dem Bogenapparat zugeschrieben werden (Nystagmus). Der Einfluß des Otolithenapparates auf die Bestimmung des optischen subjektiven Vertikalen und die Suppression des Nystagmus nimmt mit zunehmender Abweichung der Otolithenlage von der Normallage ab.

Abschließend möchten wir noch einmal die Tatsache hervorheben, daß sich eine subjektiv erlebte Horizontallage des Menschen deutlich von der physikalisch meßbaren Horizontallage eines kardanisch aufgehängten Lagerungstisches unterscheidet. Diese Beobachtung deckt sich mit den Erfahrungen anderer Untersucher in anderen Raumsinnexperimenten. Wir müssen konstatieren, daß der menschliche Raumsinn komplex aufgebaut ist und über zahlreiche Nichtlinearitäten verfügt.

V. ZUSAMMENFASSUNG

Bei 512 Patienten wurde eine objektive Lageprüfung mit einer subjektiven kombiniert. Als Untersuchungsgerät verwendeten wir den kardanischen Lagerungstisch der Neurootologischen Abteilung der Hals-Nasen-Ohren-Universitätsklinik in Würzburg. Der Tisch gestattet über ein Schneckengetriebe die gleichmäßige Umlagerung des Patienten aus stehender in eine horizontale Position. Der jeweilige Winkelstand ist an einem Winkelmesser genau ablesbar. Von 512 untersuchten Patienten mit einem mittleren Alter von 42,12 $\pm$ 15,03 Jahren und einem Anteil von 302 Männern und einem Anteil von 210 Frauen wurde die physikalische Lage von 15,61° $\pm$ 7,62° als subjektiv erlebte Horizontale angegeben. Im Vergleich mit der Literatur stößt man auf das Phänomen, daß auch andere Autoren darüber berichten, daß der menschliche Raumsinn sehr komplex aufgebaut ist und viele funktionelle Nichtlinearitäten enthält. Der von uns gefundene Winkel von ca. 15° für die subjektive Horizontallage liegt anatomisch etwa bei der Hälfte der otolithischen und der kanalikulären Horizontalstellung.

L I T E R A T U R V E R Z E I C H N I S

ALEXANDER, G. und BARANY, R.: Psychophysiologische Untersuchungen über die Bedeutung des Statolithenapparates für die Orientierung im Raume an Normalen und Taubstummen nebst Beiträgen zur Orientierung mittels taktiler und optischer Empfindungen. Z.f.Psychologie, vol 37, 1904, pp 321-362 u. 414-457

AUBERT, H.: Eine scheinbare bedeutende Drehung von Objecten bei Neigung des Kopfes nach rechts oder links. Arch.Pathol.Anat.Physiol. 20, 381-393 (1861)

AUST, G., CLAUSSEN, C.F.: Über die Möglichkeit der neurootologischen Diagnostik bei Multiple-Sklerose. HNO 21, 46-48 (1973)

BARANY, R.: Untersuchungen über den vom Vestibularisapparat des Ohres reflektorisch ausgelösten rhythmischen Nystagmus und seine Begleiterscheinungen. Mschr. Ohrenheilk. 40, 193-297 (1906)

BENJAMINS, C.E. und NIENHUIS, J.H.: Die Raddrehungskurve beim Menschen. Arch. Ohr-, Nas., u. Kehlk.Heilk. 116, 241-254 (1927)

BENNINGHOF, A., GOERTTLER, K.: Lehrbuch der Anatomie des Menschen, in drei Bänden. München-Berlin-Wien: Urban-Schwarzenberg (1967)

BENSON, A.J. und BODIN, M.A.: Effect of orientation to the gravitational vertical on nystagmus following rotation about a horizontal axis. Acta Otolaryng. (Stockh.) 61, 517-526 (1966)

BISCHOF, N.: Die vestibularen Grundlagen der Lagewahrnehmung. Handbuch der Psychologie, Verlag für Psychologie, Hogrefe. Göttingen, Band 1, 409 ff, (1966)

BREUER, J.: Über die Funktion der Bogengänge des Ohrlabyrinthes. Med. Jb., Wien, 6, 72-124, (1874)

CHADDOCK, zitiert nach HILEBRAND

CLARK, B. und GRAYBIEL, A.: Perception of the horizontal or vertical with head upright, on the side, and inverted under static conditions, and during exposure to centripetal force. Aerospace Med. 33, 147-155 (1962)

CLAUSSEN, C.F.: Über die quant. klin. Gleichgewichtsfunktionsdiagnostik mit Hilfe systematischer Auswertungsmodelle. Archiv.klin.exp. Ohren-, Nasen- und Kehlkopfheilkunde Bd. 199 Heft 2, (1971)

CLAUSSEN, C.F.: Die Gleichgewichtsfunktionsprüfung als Modell einer senomotor. Funktionsanalyse.
aus: Berichte der Physikal.-Medizinischen Gesellschaft zu Würzburg, Würzburg 1972

CLAUSSEN, C.F.: Gleichgewicht u. ausgewählte quant. Gleichgewichtsfunktionsteste.
aus: Vortrag Hauptverband der gewerbl. Berufsgenossenschaft, Bonn 1969

CLAUSSEN, C.F.: Über die Aufzeichnung u. Auswertung ausgewählter quant. Gleichgewichtsfunktionsprüfungen.
Habilitationsschrift, Universitätsdiss. Druckstelle Berlin 1970

CLAUSSEN, C.F.: Über den Schwindel.
HNO 19, 232-239 (1971)

CLAUSSEN, C.F.: Über eine Computerdatei mit 3500 Patientendatensätzen als Entscheidungshilfe bei der Bewertung neurootologischer Anamnesen und Funktionsprüfungen.
Arch.klin.exp. Ohr.-Nas.-Kehlk.Heilkunde 205, 376f (1973)

CORVERA, J., HALLPIKE, C.S., SCHUSTER, E.H.J.: A New Method for the Anatomical Reconstructions of the Human Macular Planes.
Acta Otolaryngol., Stockh. 49, 4-16, (1958)

DELAGE, Y.: Les méridiens de L'oel et les jugements sur la direction des objets.
Rev. Gen. des sciences pures et appl. et Bull. de l'Assoc. francaise pour l' Avan. des sciences 3, 114-120, (1892)

FISCHER, M.H.: Messende Untersuchungen über die Gegenrollung der Augen und die Lokalisation der scheinbaren Vertikalen bei seitlicher Neigung des Gesamtkörpers bis zu 360°.
II. Untersuchungen an Normalen.
v. Graefes Arch.Ophthal. 123, 476-508 (1930)

FISCHER, M.H.: Messende Untersuchungen über die Gegenrollung der Augen und die Lokalisation der scheinbaren Vertikalen bei seitlicher Neigung des Körpers, Kopfes und Stammes.
III. Untersuchungen an einem Ertaubten mit Funktionsuntüchtigkeit beider Vestibularapparate und einem einseitig Labyrinthlosen.
v. Graefes Arch.Ophthal. 123, 509-531 (1930)

FLUUR, E.: Interaction between the utricles and the horizontal semicircular canals.
Acta Otolaryng. 76, 349-352, (1973)

FRENZEL, H.: Zur Systematik, Klinik u. Untersuchungsmethodik der Vestibularisstörungen.
Arch. Ohr.-, Nas.- u. Kehlk.-Heilk. 177, 353-395, (1961)

GARTEN, S.: Über die Grundlagen unserer Orientierung im Raume.
Abhandl.Sächs. Ges. Akad. Wiss. 36, 433-510 (1920)

GIESEN, M. und KLINKE, R.: Die Richtcharakteristik primärer Afferenzen des Otolithenorgans bei intakter efferenter Innervation.
Acta Otolaryng. 67, 49-56 (1969)

GILLFORD, J.P.: Fundamental statistics in psychologie and education, New York 1956

GRAHE, K.: Über Lageempfindungen und -reflexe beim Menschen.
HNO 12, 640-649, (1925)

GUEDRY, F.E.: Orientation of the rotation-axis relativ to gravity: its influence on nystagmus and the sensation of rotation.
Acta Otolaryng. (Stockh.) 60, 30, (1965)

HAMMER, A.: Physik, Mechanik, Band I
R. Oldenbourg Verlag München 1968

HENRIKSON, N.G., CLAUSSEN, C.F.: Leitsymptom Schwindel aus der Sicht des Ohrenarztes.
Münch.med.Wschr. 112 1995-2000 (1970)

HILEBRANDT, F.: Elementare Statistik für Psychologen, Soziologen, Pädagogen.
Ernst Reinhard Verlag, München-Basel 1965

HOLST von, E., MITTELSTAEDT, H.: Das Reafferenzprinzip.
Naturwiss. 37 464, (1950)

HOLST von, E.: Die Tätigkeit des Statolithenapparats im Wirbeltierlabyrinth.
Naturwissenschaften 37, 12 Heft, 265-272, (1950)

JANEKE, J.B. On nystagmus and otolithes. A vestibular study of responses as provoked by a cephalo-caudal horizontal axis rotation.
Thesis. Cloeck en Moedigh, Amsterdam, 1968

JONGKEES, L.B.W.: On the Otoliths: Their Function and the Way to Test Them.

KORNHUBER, H.: Physiologie u. Klinik des zentralvestibularen Systems (Blick- und Stützmotorik),
aus: Berendes, Link, Zöllner, Hals-Nasen-Ohrenheilkunde, ein kurzgefaßtes Handbuch, Band III 2150-2351,
Stuttgart: G. Thieme 1966

KORNHUBER, H.: Physiologie und Klinik des vestibulären Systems.
Arch.Klin.exp. Ohr-, Nas.-Kehlk.Heilkunde 194, 111-148 (1969)

LANSBERG, M.P.: The Modulating Influence of the Otolith Organs on Semicircular Canal Functions.
Aerospace Med. 23; 69-75 (1968)

LANG, J. und ESTELRRICH, P.R.: Über die Anatomie des Gleichgewichtsfunktionssystems.
aus: Verhandlungen der Gesellschaft für Neurootologie und Aequilibriometrie e.V. Würzburg 1975

LECHNER-STEINLEITNER, S.: Interaction of Labyrinthine and Somatoreceptor Inputs as Determinants of the Subjective Vertical.
Psychol.Res. 40, 65-76, (1978)

MACH, E.: Grundlinien der Lehre von den Bewegungsempfindungen.
Verlag Engelmann, Leipzig 1875

MAGNUS, R.: Körperstellung.
Monographien aus dem Gesamtgebiet der Physiologie der Pflanzen und der Tiere. Berlin (Springer), 1924

MILLER, F., FREGLY, A.R., GRAYBIEL, A.: Visual Horizontal-Perception in Relation to Otolith-Function.
Am.J.Psycholog. 81, 488-496, (1968)

MÜLLER, G.E.: Über das Aubertsche Phänomen.
Z.Psycholog.Physiol.Sinnesorg. 49, 109-244, (1916)

NAGEL, G.: Die Lage-, Widerstands- und Bewegungsempfindungen in Nagels Handb.d.Physiolog. 1905

ORMSBY, C.C. and YOUNG, L.R.: Nonlinear Model for the Perception of Static Orientation.
Fortschr.Zool. 23, 288-296 (1975)

ROß, G.: Die neurootologische Anamnese im Hinblick auf die subjektive Funktionseinschränkung beim Schwindelkranken. Dissertationsschrift vorgelegt der Universität Würzburg Würzburg 1976

SCHÖNE, H.: Über den Einfluß der Schwerkraft auf die Augenrollung und auf die Wahrnehmung der Lage im Raum. Z.f.vergleichende Physiologie 46, 57-87 (1962)

SCHÖNE, H., UDO DE HAES, H.A.: Interaction between statolith organs and semicircular canals on apparent vertical and nystagmus. Acta Otolaryng. (Stockh.) 69, 25-31 (1970)

SCHÖNE, H., LECHNER-STEINLEITNER, S.: The Effect of preceding tilt on the perceived vertical. Hysteresis in perception of the vertical. Acta Otolaryngol. (Stockh.) 85, 68-73, (1978)

SPEARMAN zitiert nach HILEBRANDT

SPIEGEL, E.A., SOMMER, I.: Ophthalmo- u. Otoneurologie. Wien-Berlin: Springer 1931

UNTERBERGER, S.: Neue objektiv registrierbare Vestibularis Körperdrehreaktion, erhalten durch Treten auf der Stelle: der Tretversuch. Arch. Ohr.-Nas.-Kehlk.Heilkunde 179, 273-282, (1962)

Herrn Professor Dr.med. C.F. CLAUSSEN gilt mein aufrichtiger Dank für die Überlassung des Themas, die Anleitung und die großzügige Unterstützung bei der Befragung und Untersuchung der Patienten und der Auswertung der Ergebnisse.

L E B E N S L A U F

Am 30. Juli 1949 wurde ich, Adam Kaiser, als zweiter Sohn des Dr. Eugen Kaiser und dessen Ehefrau Stanislawa Kaiser, geb. Oczkowski, in Stettin geboren.

1956 trat ich in die Volksschule in Nowa Huta bei Krakau ein. Nach der Übersiedlung in die Bundesrepublik Deutschland wechselte ich 1961 in das Alexander-von-Humbold-Gymnasium in Schweinfurt, wo ich 1970 erfolgreich die Reifeprüfung ablegte.

Im Wintersemester 1970/71 immatrikulierte ich mich für das Studium der Humanmedizin an der Universität Würzburg. Nach zwei Semestern an der Universität Wien kehrte ich an die Universität Würzburg zurück und legte da am 4. Januar 1977 das medizinische Staatsexamen mit Erfolg ab.

Nach Tätigkeit als Medizinalassistent im Krankenhaus Salzhausen/Lüneburg, der Medizinischen Universitätspoliklinik Würzburg und am Städtischen Krankenhaus Schweinfurt erfolgte am 1. Februar 1978 die Approbation zum Arzt.

Im April 1978 wurde ich zur Bundeswehr einberufen; seit Mai 1978 befinde ich mich in fachärztlicher Ausbildung zum Augenarzt am Bundeswehrkrankenhaus Ulm.

Würzburg, den 28. Oktober 1980

Adam Kaiser